



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN PRODUCTO INDUSTRIAL

Josu Goñi Etxeberria

Pedro María Villanueva Roldán

Pamplona, 26 de abril 2012

ÍNDICE:

1. INTRODUCCION.....	5
1.1 PLANTEAMIENTO	6
1.2 OBJETIVO	7
1.3 INGENIERIA	8
1.3.1 Definición.....	8
1.3.2 Evolución de la ingeniería	8
1.3.3 Funciones del ingeniero	9
1.4 EL PRODUCTO.....	10
1.4.1 Definición.....	10
1.4.2 Funciones del producto	10
1.4.3 Clasificación de los productos.....	10
1.4.4 Ciclo de vida de un producto	17
1.4.5 Nuevos productos	22
1.4.6 Estrategias para la introducción de nuevos productos.....	23
1.4.7 Etapas en el desarrollo de nuevos productos.....	24
1.4.8 Criterios del fabricante para introducir nuevos productos.....	29
1.4.9 Motivos de compra del consumidor	30
1.5 INGENIERIA DE DISEÑO O PRODUCTO	33
1.5.1 Definición y funciones.....	33
1.5.2 Concepto de diseño industrial.....	35
1.5.3 Factor legal del diseño industrial	35
1.5.4 Requerimientos funcionales	48
1.5.5 Proceso de diseño: creatividad e invención	65
1.5.6 Metodologías del diseño industrial.....	74
1.5.7 Análisis del valor.....	83
1.5.8 Funciones del cliente en el diseño	92
1.5.9 El factor tiempo en el proceso de diseño.....	94
1.5.10 Obsolescencia programada	109
1.5.11 La ergonomía en el diseño.....	113
1.5.12 La estética en el diseño	114
1.6 INGENIERIA DE PRODUCCION O PROCESOS.....	123
1.6.1 Definición y funciones.....	123
1.6.2 Proceso de producción industrial	125
1.6.3 Estrategias de producción	131
1.6.4 Objetivos de un proceso productivo.....	140

1.6.5 Concepto de productividad	142
1.6.6 Desperdicios en fabricación	144
1.6.7 Procesos básicos de fabricación y tecnología.....	146
1.6.8 Requerimientos de un proceso industrial	159
1.6.9 Diseño del proceso productivo	161
1.6.10 Planificación de la producción.....	171
1.6.11 Control y medición de un proceso productivo	184
1.6.12 Relación entre ingeniería de producto y de proceso.....	186
1.7 CALIDAD	188
1.7.1 Antecedentes de la calidad	188
1.7.2 Evolución del concepto de calidad.....	190
1.7.3 Beneficios de la calidad.....	196
1.7.4 Calidad total	198
1.7.5 Modelos de gestión de la calidad total.....	203
1.7.6 La norma ISO 9001:2008	205
1.7.7 El modelo EFQM	208
1.7.8 Modelo Malcolm Baldrige.....	210
1.7.9 Modelo Deming	211
1.8 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	213
1.8.1 Conceptos básicos sobre seguridad y salud en el trabajo.....	213
1.8.2 Marco normativo	221
1.8.3 Plan de prevención.....	229
1.8.4 Desarrollo del RD 1435/1992	231
1.8.5 Desarrollo del RD 1215/1997	241
1.9 MANTENIMIENTO	265
1.9.1 Conceptos básicos de mantenimiento.....	265
1.9.2 Principales tipos de mantenimiento	271
1.9.3 Análisis de averías.....	280
1.9.4 Gestión de los equipos.....	286
1.9.5 Gestión de Recursos Humanos	289
1.9.6 Gestión del trabajo.....	291
1.9.7 Control de la gestión de mantenimiento	294
1.10 MEDIO AMBIENTE	298
1.10.1 Conceptos básicos sobre medio ambiente.....	298
1.10.2 Impacto ambiental	299
1.10.3 Ingeniería ambiental.....	304
1.10.4 Legislación ambiental española	305

2.10.5 Norma ISO 14000.....	305
2.10.6 Norma ISO 14001.....	310
2.10.7 Gestión ambiental	314
2. APLICACIÓN PRÁCTICA	318
2.1 INTRODUCCION.....	318
2.2 PRESENTACION EMPRESA Y PRODUCTO	318
2.2.1 Definición de la empresa	318
2.2.2 Presentación producto	319
2.2.3 Situación interna empresa.....	319
2.2.4 Situación externa empresa	321
2.2.5 Análisis DAFO.....	322
2.3 DISEÑO DEL PRODUCTO.....	323
2.3.1. Introducción	323
2.3.2 Fases del diseño	323
2.4 DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO	327
2.4.1 Introducción	327
2.4.2 Previsión demanda mercado.....	328
2.4.3 Proceso productivo	329
2.4.4 Tecnología.....	332
2.5 CALIDAD	334
2.5.1 Introducción	334
2.5.2 Normas y reglamentos aplicables	335
2.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	344
2.6.1 Introducción	344
2.6.2 Plan de prevención.....	345
2.7 MANTENIMIENTO	353
2.7.1 Introducción	353
2.7.2 Aplicación del TPM	354
2.8 MEDIO AMBIENTE	360
2.8.1 Introducción	360
2.8.2 Normas ISO 14000	361
2.9 CONCLUSION	366
3. BIBLIOGRAFIA	369
3.1 LIBROS Y PUBLICACIONES.....	369
3.2 NORMAS Y REGLAMENTOS.....	370
3.3 PAGINAS WEB.....	371

1. INTRODUCCION

Los sectores de producción de un país o una región se clasifican en sector primario, sector secundario y sector terciario. Dentro del sector primario se ubican las actividades forestales, de agricultura, ganadería, pesca y minería. Es el sector en el que el ser humano está más estrechamente relacionado con la naturaleza, obteniendo productos directamente de ésta. El sector secundario lo conforma las industrias, tanto la energética, las industrias de base e industrias de bienes de consumo. Este sector se nutre del sector primario, es decir, las salidas del sector primario son las entradas del secundario. Finalmente, el sector terciario, corresponde a servicios (transporte, comercio, turismo, educación, sanidad...).

En los países desarrollados, el sector que más población activa emplea es el de servicios, rondando el 60%. Le sigue el sector secundario con aproximadamente un 30% de la población activa y finalmente el sector primario con un 10%. Estos porcentajes pueden variar en función de cada país o región. Se puede apreciar que la industria es el segundo sector más importante en los países desarrollados (ronda entre un 30-40% del PIB). Este proyecto está enmarcado dentro de este sector tan importante y es previsible que un Ingeniero Técnico Industrial desarrolle su carrera profesional en él. En los países o regiones subdesarrollados los porcentajes señalados varían respecto a los mencionados, aumenta considerablemente la población activa que se emplea en el sector primario y desciende en los otros dos, especialmente en servicios.

Actualmente, toda empresa existente busca ofrecer productos de calidad de forma que garanticen la satisfacción de sus clientes respecto a los requisitos iniciales, obteniendo de este modo resultados satisfactorios en cuanto a beneficios e incluso ventaja competitiva respecto al resto de empresas del sector. De este modo se consigue que una empresa perdure en el mercado, que sea competitiva. Para ello ha de adaptarse rápidamente a los cambios que surgen en su entorno de una manera eficaz, dar respuesta a las necesidades y expectativas de los clientes e incluso generar nuevas necesidades. En todo esto es fundamental la ingeniería de diseño de producto y de proceso. Es habitual encontrarse en las empresas estas funciones dentro de un mismo departamento, el departamento de desarrollo de nuevos productos. Es un pilar muy importante dentro de la estructura de una organización, ya que permite mejorar los productos existentes y crear nuevos, atendiendo siempre a las necesidades de los clientes de manera eficiente.

Ya se ha mencionado el concepto de calidad, tan importante hoy en día. Para conseguir lo señalado en el párrafo anterior, este concepto es fundamental, pero no sólo desde el punto de vista del producto, sino desde un concepto más amplio, se trata de la calidad total. Ésta interviene en todas las áreas de una empresa, desde la gerencia hasta la producción. Los pilares de la calidad total son la calidad del diseño, la calidad de fabricación y calidad de vida de los trabajadores. Mediante la implantación de un sistema así, los beneficios que obtiene una empresa son muy importantes, entre ellos la mejora de la productividad y la satisfacción de los clientes, tanto internos como externos. El elemento más importante para el sistema de calidad son las personas. Sin duda uno de los aspectos más importantes y básicos para que una empresa pueda alcanzar un nivel de competitividad, es poder obtener una integración eficiente de las personas que en ella laboran con los recursos físicos y materiales necesarios.

Del mismo modo, hoy en día resulta fundamental para la continuidad de una empresa el poder ofrecer una política ambiental clara y respetuosa con el entorno que le rodea, de manera que se minimicen al máximo posible todas las actividades que produzcan un impacto negativo en el medio ambiente, garantizando así una mejora en la calidad de vida del ser humano.

Es indudable que un tema importante que rodea la actualidad empresarial es el de la prevención en la actividad laboral. Es un tema que siempre está presente, ya que el avance tecnológico y empresarial hace que aparezcan nuevos riesgos que interfieran con la salud de los trabajadores. La seguridad en el entorno laboral es una prioridad de toda empresa. Para que ésta quede garantizada juega un papel muy importante ingeniería de diseño e ingeniería de procesos, mediante la selección y diseño de sistemas adecuados y seguros. Pero también el mantenimiento de los equipos y maquinaria tiene importancia en este ámbito, ya que de su conservación en buen estado depende parte de su seguridad. Además el área de mantenimiento en una empresa tiene como misión garantizar el buen funcionamiento y eficacia de los equipos, es decir, mantener operando establemente los sistemas de producción.

1.1 PLANTEAMIENTO

El diseño y la producción de nuevos productos son cruciales para la supervivencia de la mayoría de las empresas. Aunque existen algunas firmas que experimentan muy poco cambio en sus productos, la mayoría de las compañías deben revisarlos de forma constante. En las industrias que cambian con rapidez, la introducción de nuevos productos es una forma de vida, una forma de perdurar en el mercado, incluso otorga una ventaja competitiva. También se puede decir que el producto representa a la empresa, donde se muestra la imagen y la calidad, siempre con el fondo de satisfacer las necesidades de los consumidores.

Todo producto nace de una necesidad existente o creada, bien sea solicitada por un cliente (mercado) o detectada por un empresario o emprendedor. Para cubrir dicha necesidad se dan una serie de pasos, englobados en el diseño del producto y su posterior fabricación y comercialización por parte de una empresa. Con el diseño se busca analizar la viabilidad del proyecto y cubrir las expectativas y necesidades del cliente. Para ello ha de resultar un producto útil, atractivo, económico, original... Respecto al proceso de fabricación, ha de ser lo menos complejo y lo más flexible posible, de tal forma que en las mismas instalaciones se pudiera llevar a cabo un surtido de productos. Todas estas condiciones que ha de cumplir el producto y el proceso se obtienen mediante un adecuado diseño de ambos. Por ejemplo, un diseño del proceso productivo que implique un coste de producción más bajo tiene como resultado un precio del producto menor en el mercado, haciéndolo más atractivo para el comprador y proporcionando una ventaja competitiva frente a otros fabricantes. Por eso son vitales ambas fases, en su concepción tienen objetivos comunes, por lo tanto se podría decir que nacen de la mano y se desarrollan paralelamente.

Queda por lo tanto claramente descrita la importancia tanto del diseño del producto como del proceso de fabricación, influyendo ambos factores en el resultado final, es decir, en el producto que se entregará al cliente. Por supuesto que hay otros muchos factores que influyen también, como son el sistema de calidad, la seguridad en el trabajo, el medio ambiente, mantenimiento, etc.

El presente proyecto se ha estructurado en dos bloques, el primero es la parte teórica y el segundo corresponde a la aplicación práctica. En la parte teórica se tratan los subsistemas de una empresa mencionados en la introducción. Antes que esto se describen los objetivos del proyecto, a continuación se describen conceptos básicos sobre ingeniería y después el concepto de producto y aspectos básicos sobre éste. Se puede decir que la parte más importante del desarrollo teórico comienza con los capítulos de ingeniería de diseño o producto e ingeniería de procesos o producción. En ellos se pretende conocer los aspectos básicos que los rodean, así como diferentes metodologías y pasos para poder desarrollar diseños óptimos. Más tarde se trata diversos temas importantes para una empresa como son el sistema de calidad (definiendo sus conceptos más importantes y relevantes, incluyendo su normativa), prevención de riesgos laborales (es un tema que debido a la continua evolución de la tecnología también varia, apareciendo nuevos riesgos para la salud de los trabajadores), mantenimiento de equipo industrial y para finalizar este primer bloque se dedica un capítulo al medio ambiente (para conocer las actuaciones que son necesarias hoy día en el mundo empresarial para el cuidado del mismo, así como los posibles impactos ambientales que pueden derivarse de la actividad industrial y la normativa aplicable).

Vistos todos los elementos de la primera parte, he decidido aplicar los más significativos en una empresa modelo, mediante el diseño y la producción de un producto, esto forma el segundo bloque ya mencionado.

1.2 OBJETIVO

Con este proyecto se pretende comprender, estudiar y desarrollar, con la ayuda de un ejemplo práctico, algunos de los diferentes campos en los que se centra la actividad de una empresa y en los que un Ingeniero Técnico Industrial Mecánico puede llevar a cabo su actividad laboral. Particularmente centrado en el diseño y desarrollo de productos industriales y la producción, considerando diversos aspectos como la calidad, el mantenimiento, medio ambiente y la seguridad.

Entender la importancia del diseño industrial para la empresa, así como el diseño del producto para el cliente. Conocer y analizar los principales factores que influyen en el diseño. Conocer las fases y aspectos clave del desarrollo de un producto industrial. Conocer la metodología y técnicas de diseño y calidad de las ingenierías de producto son otros de los objetivos. Además pretendo conocer la relevancia de los sistemas de calidad, prevención de riesgos laborales, mantenimiento de equipo industrial y protección del medio ambiente.

Como objetivo personal, pretendo integrar los aspectos generales de los estudios finalizados de ITI Mecánica y los de Técnico Superior en Mantenimiento de Equipo Industrial. Este proyecto pretende ser por tanto un resumen de los conocimientos adquiridos en ambas etapas formativas, ayudándome de un sencillo ejemplo práctico, intentando relacionar la mayoría de ramas tratadas, por lo menos las más significativas y las que mayor aplicación industrial puedan tener. De la misma manera pretendo dar ideas a estudiantes para la elaboración de futuros proyectos, ya que éste trata una amplia variedad temática, me gustaría que sirviese como guía en este sentido.

1.3 INGENIERIA

1.3.1 Definición

La ingeniería es el conjunto de conocimientos y técnicas científicas aplicadas a la invención, perfeccionamiento y utilización de métodos para la resolución de problemas que afectan directamente a los seres humanos en su actividad cotidiana. En ella, el conocimiento, manejo y dominio de las matemáticas, la física y otras ciencias, obtenido mediante estudio, experiencia y práctica, se aplica con juicio para desarrollar formas eficientes de utilizar los materiales y las fuerzas de la naturaleza para beneficio de la humanidad y del ambiente.

Otro concepto que define a la ingeniería es el saber aplicar los conocimientos científicos a la invención, perfeccionamiento o utilización de la técnica en todas sus determinaciones. Esta aplicación se caracteriza por utilizar principalmente el ingenio de una manera más pragmática y ágil que el método científico, puesto que una actividad de ingeniería, por lo general, está limitada a un tiempo y recursos dados por proyectos. El ingenio implica tener una combinación de sabiduría e inspiración para modelar cualquier sistema en la práctica.

La ciencia intenta explicar los fenómenos recientes y sin explicación, creando modelos matemáticos que correspondan con los resultados experimentales. Tecnología e ingeniería constituyen la aplicación del conocimiento obtenido a través de la ciencia, produciendo resultados prácticos. Los científicos trabajan con la ciencia y los ingenieros con la tecnología. Sin embargo, puede haber puntos de contacto entre la ciencia y la ingeniería. No es raro que los científicos se vean implicados en las aplicaciones prácticas de sus descubrimientos. De modo análogo, durante el proceso de desarrollo de la tecnología, los ingenieros se encuentran a veces explorando nuevos fenómenos.

También puede haber conexiones entre el funcionamiento de los ingenieros y los artistas, principalmente en los campos de la arquitectura y del diseño industrial.

Existe asimismo alguna otra creencia en la forma de entender al ingeniero del siglo XXI, ya que las raíces de este término no quedan claras, porque el término ingeniero es un anglicismo proveniente de "engineer", que proviene de "engine", es decir máquina.

1.3.2 Evolución de la ingeniería

En sus inicios la ingeniería estuvo vinculada, casi exclusivamente a actividades militares, gubernamentales y religiosas. Basta con mencionar los caminos, puentes, murallas, torres, faros, puertos, monumentos funerarios y demás. Los primeros ingenieros fueron arquitectos, especialistas en irrigación e ingenieros militares. Uno de los primeros cometidos de los ingenieros fue construir muros para proteger las ciudades; debido al riesgo de recibir un ataque enemigo, el sentirse protegido es una de las necesidades humanas básicas. Es justo pensar que los antiguos arquitectos precederían a los ingenieros en la satisfacción de esta necesidad. Sin embargo en el diseño y edificación de estructuras de uso público (edificios) se hizo necesario acudir a las habilidades de la ingeniería.

En tiempos de paz la ingeniería fue puesta al servicio del bienestar del ser humano, al margen de la guerra y los ejércitos. De ahí que cuando, en el siglo XIX, algunas universidades empezaron a ofrecer esta carrera, la llamaron Ingeniería Civil para distinguirla de la ejercida por los militares (Ingeniería Militar). Desde esos inicios la ingeniería ha ido evolucionando hasta explorar todas las ramas que se conocen, estudian y explotan hoy en día, entre otras: ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica, informática, química, industrial, de materiales, nuclear, de telecomunicaciones, de transporte, de minas, de petróleo, de gas, ambiental, de montes, agroalimentaria, pesquera, naval, ingeniería de diseño, de producción, etc.

A inicios del siglo XXI la ingeniería en sus muy diversos campos ha logrado explorar los planetas del sistema solar con alto grado de detalle, destacan los exploradores que se introducen hasta la superficie planetaria; también ha creado un equipo capaz de derrotar al campeón mundial de ajedrez; ha logrado comunicar al planeta en fracciones de segundo; ha generado internet y la capacidad de que una persona se conecte a esta red desde cualquier lugar de la superficie del planeta mediante una computadora portátil y teléfono satelital; ha apoyado y permitido innumerables avances de la ciencia médica, astronómica, química y en general de cualquier otra. Gracias a la ingeniería se han creado máquinas automáticas y semiautomáticas capaces de producir con muy poca ayuda humana grandes cantidades de productos como alimentos, automóviles y teléfonos móviles.

Pese a los avances de la ingeniería, la humanidad no ha logrado eliminar el hambre del planeta, ni mucho menos la pobreza, siendo evitable la muerte de un niño de cada tres. Sin embargo, además de ser este un problema de ingeniería, es principalmente un problema de índole social, político y económico.

Un aspecto negativo que ha generado la ingeniería y compete en gran parte resolver a la misma es el impacto ambiental que muchos procesos y productos emanados de éstas disciplinas han generado y es deber y tarea de la ingeniería contribuir a resolver el problema.

1.3.3 Funciones del ingeniero

Las principales funciones que puede desempeñar un ingeniero se describen a continuación:

1. Investigación: Búsqueda de nuevos conocimientos y técnicas de estudio y en el campo laboral.
2. Desarrollo: Empleo de nuevos conocimientos y técnicas.
3. Diseño: Especificar las soluciones.
4. Producción: Transformación de materias primas en productos.
5. Construcción: Llevar a la realidad la solución de diseño.
6. Operación: Proceso de manutención y administración para optimizar productividad.
7. Ventas: Ofrecer servicios, herramientas y productos.
8. Administración: Participar en la resolución de problemas. Planificar, organizar, programar, dirigir y controlar la construcción y montaje industrial de todo tipo de obras de ingeniería.

1.4 EL PRODUCTO

1.4.1 Definición

Un producto es cualquier cosa que se puede ofrecer a un mercado para satisfacer un deseo o una necesidad. En sentido muy estricto, el producto es un conjunto de atributos físicos y tangibles reunidos en una forma identificable. Cada producto tiene un nombre descriptivo o genérico que todo mundo comprende: manzanas, pelotas de beisbol, etc.

Los atributos del producto que suscitan la motivación del consumidor o provocan los patrones de compra no se incluyen en esta definición tan estricta. Por ejemplo, un Ferrari y un Opel son el mismo producto: un automóvil.

Una definición más desarrollada de producto es “un conjunto de atribuciones tangibles e intangibles que incluye el empaque, color, precio, prestigio del fabricante, prestigio del detallista y servicios que prestan éste y el fabricante”. La idea básica en esta definición es que los consumidores están comprando algo más que un conjunto de atributos físicos. En lo fundamental están comprando la satisfacción de sus necesidades o deseos. Así una firma inteligente vende los beneficios de un producto más que el mero producto. En esta interpretación más amplia del concepto, se puede considerar que cada marca es un producto individual. En este sentido un traje Giorgio Armani y un traje Gucci son diferentes productos.

Por otro lado, el producto que vende una compañía para proporcionar los beneficios y la satisfacción de los deseos del consumidor quizá no sea en absoluto un artículo físico y tangible, el producto puede ser un servicio, lugar o idea. Por ejemplo el que puede ofrecer una cadena de hoteles en zonas turísticas. No es éste el caso de este proyecto, ya que está dirigido a los productos físicos.

1.4.2 Funciones del producto

Las funciones básicas que desempeñan los productos industriales son: prácticas, estéticas o simbólicas. Cuando un diseñador subraya la función práctica busca establecer una relación fisiológica entre el consumidor y el producto. Esto es, potenciar la comodidad y la economía de esfuerzos que el objeto pueda reportar al usuario. Con la función estética, no sólo se pretendería este tipo de bienestar, sino sobre todo la satisfacción visual y también emocional del usuario; es decir, convertir el objeto en algo atractivo, independiente en alguna medida de la comodidad. Por último, la función simbólica buscaría ofrecer una determinada imagen del usuario, el cual demostraría a través de la posesión del objeto su pertenencia a un determinado grupo social o incluso ideológico. Existen objetos en los que se funden dos o incluso las tres funciones.

1.4.3 Clasificación de los productos

Los productos pueden clasificarse en tres grupos según su durabilidad o tangibilidad:

- Los bienes no duraderos: son bienes tangibles que se consumen por lo general en una o varias veces que se usen. Ejemplos de ello son la cerveza, el jabón y la sal.
- Los bienes duraderos: son bienes tangibles que suelen sobrevivir al uso. Los ejemplos incluyen refrigeradores, maquinas herramientas y ropa. Los servicios son actividades, beneficios o satisfacciones que se ofrecen en venta; por ejemplo, cortes de cabello y reparaciones.
- Bienes de consumo: los bienes de consumo son los que compran los consumidores definitivos para su propio consumo. Por lo general, los mercadólogos clasifican estos bienes basándose en los hábitos de compra del consumidor:

1.- Los bienes de uso común: son bienes de consumo que el cliente suele comprar con frecuencia, de manera inmediata y con el mínimo esfuerzo en la comparación y la compra. Los ejemplos incluyen el tabaco, el jabón y los periódicos. Los bienes de uso común se pueden subdividir en bienes básicos, de impulso y de emergencia.

Los bienes básicos son aquellos que los consumidores compran de manera regular. Los bienes de adquisición impulsiva se compran sin planearse o buscarse; por lo general se encuentran al alcance en muchos lugares, porque los clientes rara vez los buscan. Así, los chocolates y las revistas se encuentran cerca de las cajas, ya que de otra forma a los clientes no se les ocurrirá comprarlos. Los bienes de emergencia se compran cuando la necesidad es urgente: paraguas durante un aguacero, o botas y palas durante una tormenta de nieve. Los fabricantes de bienes de emergencia los colocan en muchos puntos de venta, para evitar perder el momento en que el cliente los necesita.

2.- Los bienes de comparación: son bienes de consumo que suelen pasar por un proceso de selección durante el cual el cliente los compara en cuanto a su idoneidad, calidad, precio y estilo. Son ejemplos de ello los muebles, la ropa, los autos de segunda mano y la mayor parte de los aparatos electrodomésticos. Los bienes de comparación pueden dividirse en uniformes y no uniformes.

Los bienes de comparación uniformes son similares en cuanto a la calidad, pero lo bastante diferentes en cuanto al precio. Pero cuando alguien busca ropa, muebles u otros bienes no uniformes, las características del producto son a menudo más importantes que el precio. Si lo que el cliente quiere comprar es un traje nuevo, el corte, la calidad y el aspecto serán más importantes que una pequeña diferencia en el precio. El que vende bienes de comparación no uniformes tiene que ofrecer un gran surtido para satisfacer los gustos de cada individuo y también tener vendedores bien entrenados capaces de proporcionar información y consejo al cliente.

3.- Los bienes de especialidad: son bienes de consumo con alguna característica muy especial, o de una marca específica, por los cuales un grupo importante de compradores está dispuesto a hacer un esfuerzo de

compra. Los ejemplos incluyen ciertas marcas y algunos tipos específicos de autos, componentes de aparatos estereofónicos, equipo fotográfico y ropa. Los compradores no suelen comparar los bienes de especialidad: no invierten en ello más que el tiempo suficiente para llegar a la tienda y llevarse el producto. Aunque este tipo de tiendas no necesitan estar en lugares especialmente cómodos, si tienen que informar a sus clientes sobre su localización.

4.- Los bienes de consumo que el cliente no conoce: son los nuevos productos que el consumidor aunque sepa de ellos no compra, como los detectores de humo o los aparatos de discos compactos, hasta que se entera de su existencia por los medios.

5.- Bienes industriales: son aquellos que compran individuos u organizaciones para procesarlos o utilizarlos en el manejo de un negocio. Así, la diferencia entre los bienes de consumo y los industriales se basa en la finalidad por la cual se compran. Si un consumidor compra una podadora de césped para utilizarla en su casa, se trata de un bien de consumo. Pero si ese mismo comprador adquiere la podadora para utilizarla en un negocio de diseño de jardines, se convierte en un bien industrial.

Los bienes industriales se clasifican según la forma en que participan en el proceso de producción y según su costo. Existen tres grupos:

1.- Los materiales y las partes. Son bienes industriales que entran de manera total en el producto, ya sea por medio de procesamiento o como componentes. Son de dos clases, las materias primas y las materias y partes manufacturadas. Las materias primas incluyen los productos cultivados (como trigo, algodón, ganado, fruta y verdura) y los productos naturales (como pescado, madera, petróleo crudo y mineral de hierro). Los productos cultivados provienen de muchos pequeños productores que los entregan a intermediarios en el mercado, quienes a su vez los procesan y venden. Por lo general, los productos naturales se manejan en grandes volúmenes, tienen un valor unitario muy bajo y requieren transportes para llevarlos del productor al usuario. Hay productores grandes que suelen mandar estos productos directamente a los usuarios industriales.

Las materias y partes manufacturadas incluyen componentes materiales (hierro, hilo, cemento o alambre). Estos se suelen procesar aquí mismo: por ejemplo, el hierro en lingotes se transforma en acero y el hilo se teje para formar telas. Las partes entran de manera completa en el producto terminado, sin cambiar de forma, como cuando se colocan pequeños motores en aspiradoras y se venden llantas a los autos. La mayor parte de las materias y partes manufacturadas se venden directamente a los usuarios industriales. El precio y servicio constituyen los principales factores de

mercadotecnia, mientras que la elección de marca y la publicidad tienden a ser menos importantes.

2.- Los bienes de capital: son bienes industriales que entran parcialmente en el producto terminado. Incluyen dos grupos: las instalaciones y el equipo accesorio:

- Las instalaciones son los edificios (fábricas u oficinas). Como las instalaciones son compras importantes, suelen adquirirse directamente del productor tras un largo periodo de toma de decisiones.
- En equipo accesorio incluye el equipo de producción portátil y las herramientas (de mano o diablos), así como el equipo de oficina (maquinas de escribir y escritorios, por ejemplo). Estos productos no entran a formar parte del producto terminado. Tienen una vida más corta que las instalaciones y son simples auxiliares en el proceso de producción. La mayor parte de los vendedores de equipo accesorio utiliza intermediarios, debido a que el mercado está muy disperso geográficamente, los compradores son numerosos y los pedidos son pequeños.

3.- Los suministros y servicios son bienes industriales que no entran para nada en el producto terminado. Los suministros incluyen suministros para la operación (como lubricantes, carbón, papel para escribir a máquina o lápices), así como artículos de mantenimiento y reparación (pintura, clavos o escobas). Los suministros son los bienes de uso común en el campo industrial, puesto que por lo general se compran sin mayor esfuerzo ni comparación. Los servicios a la industria incluyen servicios de reparación y mantenimiento (limpieza de ventanas, reparación de maquinas) y servicios de asesoría (legal, administrativa o publicitaria). Estos servicios se suelen proporcionar bajo contrato. Los servicios de mantenimiento suelen estar en manos de pequeños productores y los de reparación se pueden obtener muchas veces de los propios vendedores del equipo original.

Clasificación Internacional de Productos y Servicios (Clasificación de Niza)

Clase	Lista de Productos
01	Productos químicos destinados a la industria, ciencia, fotografía, horticultura y silvicultura; resinas artificiales en estado bruto, materias plásticas en estado bruto; abono para las tierras; composiciones extintoras; preparaciones para el temple y soldadura de metales; productos químicos destinados a conservar los alimentos; materias curtientes; adhesivos (pegamentos) destinados a la industria.
02	Colores, barnices, lacas; conservantes contra la herrumbre y el deterioro de la madera; materias tintóreas; mordientes; resinas naturales en estado bruto; metales en hojas y en polvo para pintores, decoradores, impresores y artistas.
03	Preparaciones para blanquear y otras sustancias para la colada; preparaciones para limpiar, pulir, desengrasar y raspar; jabones; perfumería, aceites esenciales, cosméticos, lociones para el cabello; dentífricos.
04	Aceites y grasas industriales; lubricantes; productos para absorber, regar y concentrar el polvo; combustibles (incluyendo gasolinas para motores) y materias de alumbrado; bujías, mechas.
05	Productos farmacéuticos, veterinarios e higiénicos; sustancias dietéticas para uso médico, alimentos para bebés; emplastos, material para apósitos; material para empastar los dientes y para moldes dentales; desinfectantes; productos para la destrucción de animales dañinos; fungicidas, herbicidas
06	Metales comunes y sus aleaciones; materiales de construcción metálicos; construcciones transportables metálicas; materiales metálicos para vías férreas; cables e hilos metálicos no eléctricos; cerrajería y ferretería metálica; tubos metálicos; cajas de caudales; productos metálicos no comprendidos en otras clases; minerales.
07	Máquinas y máquinas herramientas; motores (excepto motores para vehículos terrestres); acoplamientos y órganos de transmisión (excepto para vehículos terrestres); instrumentos agrícolas; incubadoras de huevos.
08	Herramientas e instrumentos de mano impulsados manualmente; cuchillería, tenedores y cucharas; armas blancas; maquinillas de afeitar.
09	Aparatos e instrumentos científicos, náuticos, geodésicos, eléctricos, fotográficos, cinematográficos, ópticos, de pesar, de medida, de señalización, de control (inspección), de socorro (salvamento) y de enseñanza; aparatos para el registro, transmisión, reproducción de sonido o imágenes; soportes de registro magnéticos, discos acústicos; distribuidores automáticos y mecanismos para aparatos de previo pago; cajas registradoras, máquinas calculadoras, equipo para el tratamiento de la

	información y ordenadores; extintores.
10	Aparatos e instrumentos quirúrgicos, médicos, dentales y veterinarios, miembros, ojos y dientes artificiales; artículos ortopédicos; material de sutura.
11	Aparatos de alumbrado, de calefacción, de producción de vapor, de cocción, de refrigeración, de secado, de ventilación, de distribución de agua e instalaciones sanitarias.
12	Vehículos; aparatos de locomoción terrestre, aérea o marítima.
13	Armas de fuego; municiones y proyectiles; explosivos; fuegos de artificio.
14	Metales preciosos y sus aleaciones y artículos de estas materias o de chapado no comprendidos en otras clases; joyería, bisutería, piedras preciosas; relojería e instrumentos cronométricos.
15	Instrumentos de música.
16	Papel, cartón y artículos de estas materias, no comprendidos en otras clases; productos de imprenta; artículos de encuadernación; fotografías; papelería; adhesivos (pegamentos) para la papelería o para la casa; material para artistas; pinceles; máquinas de escribir y artículos de oficina (excepto muebles); material de instrucción o de enseñanza (excepto aparatos); materias plásticas para embalaje (no comprendidas en otras clases); naipes; caracteres de imprenta; clichés.
17	Caucho, gutapercha, goma, amianto, mica y productos de estas materias no comprendidos en otras clases; productos en materias plásticas semi elaboradas; materias que sirven para clafatear, cerrar con estopa y aislar; tubos flexibles no metálicos.
18	Cuero e imitaciones de cuero, productos de estas materias no comprendidos en otras clases; pieles de animales, baúles y maletas; paraguas, sombrillas y bastones; fustas y guarnicionería.
19	Materiales de construcción no metálicos; tubos rígidos no metálicos para la construcción; asfalto, pez y betún; construcciones transportables no metálicas; monumentos no metálicos.
20	Muebles, espejos, marcos; productos, no comprendidos en otras clases, de madera, corcho, caña, junco, mimbre, cuerno, hueso, marfil, ballena, concha, ámbar, nácar, espuma de mar, sucedáneos de estas materias o materias plásticas.
21	Utensilios y recipientes para el menaje o la cocina (que no sean de metales preciosos ni chapados); peines y esponjas; cepillos (excepto pinceles); materiales para la fabricación de cepillos; material de limpieza; viruta de hierro; vidrio en bruto o semielaborado (excepto vidrio de construcción); cristalería, porcelana y loza, no comprendidas en otras clases

22	Cuerda, bramante, redes, tiendas de campaña, toldos, velas, sacos (no comprendidos en otras clases); materias de relleno (con excepción del caucho o materias plásticas); materias textiles fibrosas, en bruto.
23	Hilos para uso textil.
24	Tejidos y productos textiles no comprendidos en otras clases; ropa de cama y de mesa.
25	Vestidos, calzados, sombrerería.
26	Puntillas y bordados, cintas y lazos; botones, corchetes y ojetes, alfileres y agujas; flores artificiales.
27	Alfombras, felpudos, esteras, linóleo y otros revestimientos de suelos; tapicerías murales que no sean en materias textiles.
28	Juegos, juguetes; artículos de gimnasia y de deporte no comprendidos en otras clases; decoraciones para árboles de navidad.
29	Carne, pescado, aves y caza; extractos de carne; frutas y legumbres en conserva, secas y cocidas; gelatinas, mermeladas, compotas; huevos, leche y productos lácteos; aceites y grasas comestibles.
30	Café, té, cacao, azúcar, arroz, tapioca, sagú, sucedáneos del café; harinas y preparaciones hechas de cereales, pan, pastelería y confitería, helados comestibles; miel, jarabe de melaza; levaduras, polvos para esponjar; sal, mostaza; vinagre, salsas (condimentos); especias, hielo.
31	Productos agrícolas, hortícolas, forestales y granos, no comprendidos en otras clases; animales vivos; frutas y legumbres frescas; semillas, plantas y flores naturales; alimentos para los animales, malta.
32	Cervezas; aguas minerales y gaseosas y otras bebidas no alcohólicas; bebidas y zumos de frutas; siropes y otras preparaciones para hacer bebidas.
33	Bebidas alcohólicas (excepto cervezas).
34	Tabaco; artículos para fumadores; cerillas.

Clase	Lista de Servicios
35	Publicidad; gestión de negocios comerciales; administración comercial; trabajos de oficina.
36	Seguros; negocios financieros; negocios monetarios; negocios inmobiliarios.
37	Construcción; reparación; servicios de instalación.
38	Telecomunicaciones.
39	Transporte; embalaje y almacenaje de mercancías; organización de viajes.
40	Tratamiento de materiales.
41	Educación; formación; esparcimiento; actividades deportivas y culturales.
42	Servicios científicos y tecnológicos así como servicios de investigación y diseño relativos a ellos; servicios de análisis y de investigación industrial; diseño y desarrollo de ordenadores y software.
43	Restauración (alimentación); alojamiento temporal
44	Servicios médicos; servicios veterinarios; cuidados de higiene y de belleza para personas o animales; servicios de agricultura, horticultura y silvicultura.
45	Servicios jurídicos; servicios de seguridad para la protección de bienes y de personas; servicios personales y sociales prestados por terceros destinados a satisfacer necesidades.

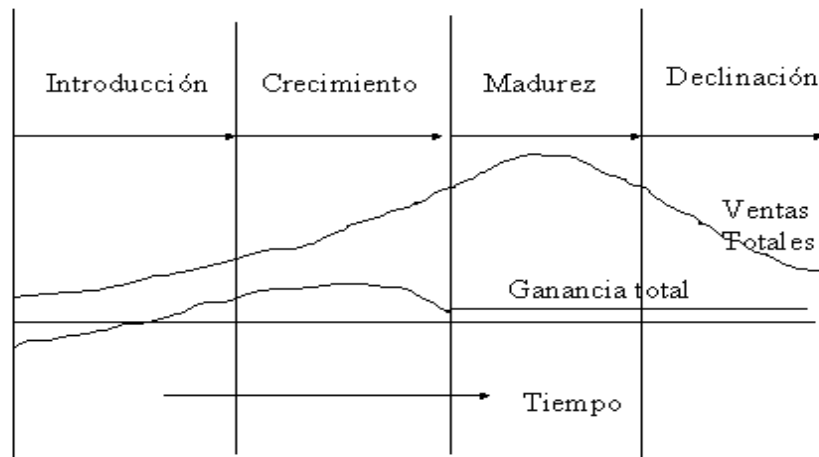
1.4.4 Ciclo de vida de un producto

El ciclo de vida del producto es un concepto desarrollado y discutido ampliamente por Theodore Levitt en su libro "Marketing Imagination", George Schwartz, Stanley Shapiro y otras leyendas del Mercadeo.

La teoría sugiere que cada producto o servicio tiene una vida finita. A semejanza del ser humano los productos pasan por un ciclo de vida: crecen (en ventas), luego declinan (envejecen) y con el tiempo terminan por ser reemplazados. Esto se puede describir con la frase que pronunció Steve Jobs en su discurso de Stanford: *"La muerte es probablemente el mejor invento de la vida, retira lo viejo para hacer sitio a lo nuevo"*. Esto mismo se podría aplicar al caso de un producto.

Del nacimiento a su muerte un producto se divide generalmente en cuatro etapas fundamentales: Introducción, crecimiento, madurez y declinación.

CICLO VITAL DE UN PRODUCTO



La mezcla comercial del producto de una empresa debe modificarse durante las cuatro etapas porque:

- Las actitudes y las necesidades de los clientes pueden variar en el curso del ciclo vital del producto.
- Se pueden abordar mercados completamente distintos en las diferentes etapas del ciclo vital.
- La naturaleza de la competencia se desplaza hacia la forma pura u oligopolio.

Además las ventas totales del producto de todos los competidores presentes en el mercado varían en cada una de sus etapas y lo que es más importante, cambian el cuadro de sus utilidades, es por ello que es muy importante que la gerencia reconozca en que parte del ciclo vital se encuentra su producto en determinado momento. El ambiente competitivo y las estrategias de la mercadotecnia resultantes diferirán según la etapa.

El concepto del ciclo de vida del producto es cautivador en su sencillez, pero es una noción de difícil aplicación en la práctica. La principal desventaja es que es muy difícil anticipar el ciclo de vida de un producto. Muy pocos gerentes de producto diagnostican con claridad la fase precisa del ciclo de vida en la cual se encuentran sus respectivos productos. Por medio de evidencias circunstanciales se supone que el producto se desplaza desde el crecimiento hasta la madurez. Si, por ejemplo, se observa que un competidor aumenta su presupuesto para anuncios y su oferta de descuentos especiales, se infiere que la fase de crecimiento está por terminar. Todas éstas son señales de sentido común, pero de dudoso valor científico.

Otro problema que afronta el mercadólogo que busca deducir las ventas del producto en el transcurso del tiempo, es que la curva resultante pueda ser consecuencia de una mala administración del producto más que un verdadero reflejo de la realidad del mercado. Una compañía quizá descubra que sus propias ventas declinan y, el mercadólogo está preparado para suponer que el ciclo de vida del producto está en su etapa de declinación. Por otra parte, en posteriores investigaciones se observa que las ventas del producto genérico todavía se incrementan. En el argot del ciclo de vida, el producto genérico aún está en la fase de

crecimiento. Es obvio que algo anda mal. Nuestro mercadólogo está en lo correcto al percibir que en términos de su producto particular y de la manera en que fue administrado y presentado al mercado en el pasado, su producto está en declinación. Sin embargo, también debe explorar con cautela la posibilidad de que ha administrado mal una oportunidad. Así, el ciclo de vida del producto de la compañía es el resultado de una curva de mala administración más que de una tendencia universal.

Etapas de introducción del producto

Durante esta etapa del ciclo de vida del producto, este se lanza en el mercado con una producción a gran escala y un programa exhaustivo de mercadotecnia; es cuando el producto es distribuido por primera vez y puesto a disposición de los compradores, la introducción lleva tiempo y el crecimiento de las ventas pueden ser lento. Productos tan conocidos como el café instantáneo el jugo de naranja congelado y otros subsistieron durante muchos años antes de que entraran en una etapa de crecimiento rápido.

En esta etapa las utilidades son negativas o bajas por la escasez de ventas y porque los gastos de distribución y promoción son altos. Se necesita mucho dinero para atraer a los distribuidores. Los gastos de promoción son altos para informar a los consumidores sobre el nuevo producto e impulsarlos a que los prueben.

En muchos aspectos la etapa de introducción es la más riesgosa y cara, sin embargo, en el caso de productos realmente nuevos, existe escasa competencia directa. El programa promocional puede diseñarse para estimular la demanda primaria más que la secundaria es decir, el tipo de producto se pone de relieve y no la marca del vendedor.

Etapas de crecimiento

En esta etapa de crecimiento o aceptación del mercado las ventas crecen rápidamente, los competidores entran en el mercado en grandes cantidades porque las perspectivas de las utilidades resultan sumamente atractivas. El creciente número de competidores dará lugar a un incremento en el número de distribuidores y las ventas subirán repentinamente porque los revendedores construirán sus inventarios. Los precios permanecerán estables o disminuirán ligeramente. Los productores seguirán gastando lo mismo o un poco más en promoción para mantenerse en la competencia y seguir educando el mercado. Las empresas optan por una estrategia promocional de "compren mi producto" más que por la de "pruebe mi producto"

En esta etapa las compañías utilizan diferentes estrategias para sostener el crecimiento rápido; mejoran la calidad del producto y agregan nuevas características y modelos; penetran nuevos segmentos del mercado y abren nuevos canales de distribución; la publicidad cambia.

Etapas de madurez

Esta etapa se caracteriza por la acentuación de la competencia, la disminución de las ventas y la disminución de utilidades. Normalmente esta etapa es más larga que las anteriores, en donde en la primera parte de este periodo las ventas siguen creciendo a un ritmo menor, luego tienden a estabilizarse pero disminuye las utilidades del fabricante. Es por ello que los retos que se plantea el mercadólogo son mayores, porque está tratando con

productos maduros, la disminución de las ventas hacen que los productores tengan muchos artículos que vender, a su vez este exceso de capacidad implica mayor competencia. Los competidores empiezan a bajar los precios, incrementan su publicidad y promociones de ventas y a subir sus presupuestos de investigación y desarrollo para mejorar el producto. Estas medidas implican que las utilidades disminuyan. Los más débiles empezaran a salir del mercado y a la larga sólo quedarán los que ocupen las mejores posiciones.

Los gerentes del producto no deben contentarse con defenderlo pues una buena ofensiva es la mejor defensa. Entonces tienen que pensar en modificar el mercado, el producto y la mezcla de mercadotecnia.

Para incrementar el consumo del producto actual se puede modificar el mercado de la siguiente manera:

- Buscando nuevos usuarios y segmentos de mercado.
- Buscando incrementar el uso entre los usuarios del momento.
- Buscando reposicionar la marca para atraer a un segmento mayor o de crecimiento más rápido.

También es posible modificar las características del producto con:

- Una estrategia de mejoramiento de la calidad tiende a incrementar el desempeño del producto-duración, confiabilidad, rapidez, sabor. Esta estrategia es válida cuando la calidad es susceptible de mejorar cuando los compradores creen que ésta ha mejorado y cuando son muchos los consumidores que buscan una mejor calidad.
- Una estrategia de mejoramiento de aspecto, añade nuevas características que hacen más útil, seguro o conveniente el producto.
- Una estrategia de mejoramiento del estilo tiende a incrementar el atractivo del producto para atraer a los compradores que deseen algo nuevo, por ejemplo: nuevos colores, diseños, sabores, ingredientes, o empaques para revitalizar el consumo.

También se puede modificar las ventas del producto modificando uno o varios elementos de la mezcla:

- La reducción de precios puede atraer a nuevos usuarios y clientes de la competencia.
- Lanzar una campaña de publicidad más efectiva o utilizar técnicas más agresivas de promoción de ventas como descuentos comerciales o para los clientes, obsequios y concursos.
- Cambiar canales de distribución más amplios a través de comerciantes de tipo masivo, si está en crecimiento.
- Ofrecer nuevos servicios a los compradores, y mejorar los que ofrece.

Etapas de declinación del producto

A la larga las ventas de casi todas las formas y marcas de productos tienen su final. La declinación puede ser lenta como en el caso del cereal de avena; o rápida como los juegos de video. Pueden llegar a cero o alcanzar un nivel bajo en que se mantienen durante años.

Razones de la declinación:

- Avances tecnológicos.
- Cambios en los gustos de los consumidores.
- Creciente competencia.

Mantener un producto débil puede ser muy costoso y no solo en cuanto utilidades se refiere, hay muchos costos ocultos: puede exigir mucho tiempo del administrador, frecuentes ajustes de precios e inventarios, atención de los publicistas y vendedores que podría dedicarse con más provecho o hacer saludables otros artículos más productivos. Su pérdida de reputación puede repercutir en la imagen de la compañía y sus otros productos, pero el mayor costo puede ser a futuro, pues la conservación de productos débiles demora la búsqueda de reemplazos, da lugar a una mezcla desequilibrada, influye negativamente en las ganancias del momento y debilita la posición de la empresa para el futuro.

En esta etapa los administradores tienen que tomar decisiones muy importantes al identificar el envejecimiento de los productos:

- Mantener la marca sin modificaciones con la esperanza de que los competidores se retiren y por otra parte puede decidirse reposicionar la marca.
- Segar el producto, es decir reducir varios costos (planta, equipo, mantenimiento, investigación y desarrollo, publicidad, vendedores) con la esperanza de que las ventas se mantengan en un nivel más o menos adecuado durante cierto tiempo.
- Retirar el producto de la línea y del mercado, en este caso puede venderlo a otra compañía o simplemente liquidarlo a su valor de desecho.

La tendencia hacia ciclos de vida más cortos es una de las limitaciones al concepto de ciclo de vida de un producto hoy en día. Todas las evidencias indican que los ciclos de vida de los productos se vuelven más y más cortos, (relacionado con este tema se analizará el de la obsolescencia programada en capítulos posteriores). Esto es particularmente verdadero en el campo de los aparatos domésticos y de productos de alta tecnología, como computadoras, cámaras fotográficas, telefonía móvil... Es claro que estas aseveraciones intranquilizarán a cualquier mercadólogo que trabaje para las industrias mencionadas. La tendencia impone diversas implicaciones estratégicas inevitables que deben tenerse en mente cuando se planifica una nueva política de producto, en la actualidad. A la empresa le exige unos tiempos de producción muy reducidos para muchos modelos y una gran flexibilidad.

Un producto que alcanzó su fase de declinación antes de que la inversión destinada a su desarrollo y explotación haya sido recuperada, es difícil que logre el éxito. Un producto debe ser capaz, de ganar suficientes fondos para recobrar la inversión completa que la compañía le dedicó. Es más, cuando hablamos de inversión debemos incluir no sólo el costo del diseño, la manufactura y el inventario, sino el costo pleno de los proyectos de

mercadotecnia, previos al lanzamiento como la investigación de mercado, la promoción, el muestreo y la distribución física.

Todo esto significa que un gerente de producto debe asegurarse durante el ciclo de la planeación que el programa de la mercadotecnia esté diseñado para obtener una rápida recuperación de la inversión. Hay menor margen en el mundo actual para introducirse con un plan tentativo en el mercado. El lanzamiento de un producto debe llevarse a cabo de manera energética y creativa, apoyada por todo el arsenal de las herramientas promocionales, con el objeto de recuperar la inversión de la manera más rápida posible. Sólo cuando la inversión se recupera es posible saborear los frutos del esfuerzo propio y hablar de resultados y éxito.

1.4.5 Nuevos productos

Entre los elementos que garantizan en el más alto grado la permanencia de una empresa en el mercado el “disponer de Producto Propio diferenciador” ocupa un lugar de privilegio. El disponer de producto propio supone una labor continuada de investigación y/o desarrollo de producto o bien de investigación de Mercado e investigación o desarrollo de producto, supone esto una capacidad Ingenieril de Diseño de Producto.

Si estudiamos el ciclo de la vida de un producto observamos que con todo producto fuente de negocio para la empresa llega un momento en que deja de serlo ya que ha llegado al punto máximo de su esplendor y es el momento adecuado para que la empresa desarrolle una de estas dos alternativas:

- Modificación del producto: consiste en desarrollar cambios en el producto y producir transformaciones parciales en él, se puede actuar sobre:
 - Las prestaciones del producto: características que son atractivas para el cliente.
 - El precio de todo aquello relacionado con el producto:
 - Materiales.
 - Proceso de fabricación.
 - Medios de producción.
 - Sistema de distribución.
- Nuevo producto: también existe la posibilidad de que se desarrollen nuevos productos con tecnología más actualizada que reemplazan al anterior en el sector de negocio ocupado por él.

Sólo podemos considerar nuevo un producto durante un período limitado de tiempo. De acuerdo con la Comisión Federal de Comercio, seis meses es el período máximo durante el cual se puede considerar nuevo un producto. Para que sea posible asignarle esa condición, dice la Comisión, un producto debe ser enteramente nuevo o haber cambiado en un sentido funcionalmente importante o sustancial.

Podemos reconocer varias categorías posibles de nuevos productos. Pero lo importante es que cada uno requiere un programa especial de mercadotecnia para asegurar una probabilidad razonable de éxito.

Categorías de nuevos productos

- Productos que son realmente innovadores, novedosos. Ejemplo de ellos podría ser un restaurador de cabello o un tratamiento contra el cáncer, productos para los que existen una verdadera necesidad pero los cuales todavía no tienen sustitutos que se consideren satisfactorios. En esta categoría podrían incluirse, productos que son muy diferentes a los que existen hoy pero que satisfacen las mismas necesidades.
- Sustitutos de los productos actuales que son notablemente diferentes. Para muchas personas el café instantáneo reemplazó al café molido y al café en grano. Después el café deshidratado y frío vino a sustituir al instantáneo.
- Productos de imitación que son nuevos para una compañía en particular pero no para el mercado.

Quizá el criterio fundamental para determinar si cierto producto es nuevo, es la forma en que el mercado lo percibe. Si los consumidores piensan que el artículo en cuestión es notablemente distinto (de los bienes de la competencia a los que reemplaza) en alguna característica (aspecto, rendimiento), entonces podemos afirmar que se trata de un nuevo producto.

Hay dos maneras para que una compañía tenga nuevos productos: adquisición, es decir, la compra de una compañía, de una patente o una concesión para producir un artículo propiedad de un tercero, o desarrollo de nuevos productos en el departamento de investigación y desarrollo de la propia empresa. Como los costos de desarrollo e introducción de nuevos productos importantes se han incrementado, muchas grandes empresas se han decidido por adquirir marcas que ya existen, en lugar de crearlas. Otras ahorran dinero copiando a la competencia o reviviendo antiguas marcas.

1.4.6 Estrategias para la introducción de nuevos productos

Existen tres maneras fundamentales de enfocar el proceso de introducción de nuevos productos: se le puede considerar como un impulso del mercado, un impulso de la tecnología o uno de la naturaleza interfuncional.

Impulso del mercado

De acuerdo con este enfoque, “se debe fabricar lo que se puede vender”. En este caso los nuevos productos quedan determinados por el mercado dando muy poca consideración a

la tecnología existente y a los procesos de operaciones. Las necesidades del consumidor son la base primordial (o única) para la introducción de nuevos productos. Se puede determinar el tipo de nuevos productos que se necesitan a través de la investigación de mercados o la retroalimentación de los consumidores, mediante estadísticas, entrevistas, cuestionarios, datos históricos, observaciones personales, datos experimentales o proyecciones de conceptos actuales.

La identificación de las necesidades del mercado puede llevar al desarrollo de nuevas tecnologías para satisfacer estas necesidades.

Impulso de la tecnología

Este enfoque sugiere que “se debe vender lo que se puede hacer”. De acuerdo con esto, los nuevos productos deben derivarse de la tecnología de producción, con poca consideración al mercado. La tarea de mercadotecnia es la de crear un mercado y “vender” los productos que se fabrican. Este enfoque queda dominado por el uso vigoroso de la tecnología y la simplicidad en los cambios de operaciones. A través de un enfoque agresivo en investigación, desarrollo y en operaciones, se crean productos de tipo superior que tienen una ventaja “natural” en el mercado. La explotación de la tecnología es una fuente muy rica de ideas para nuevos productos.

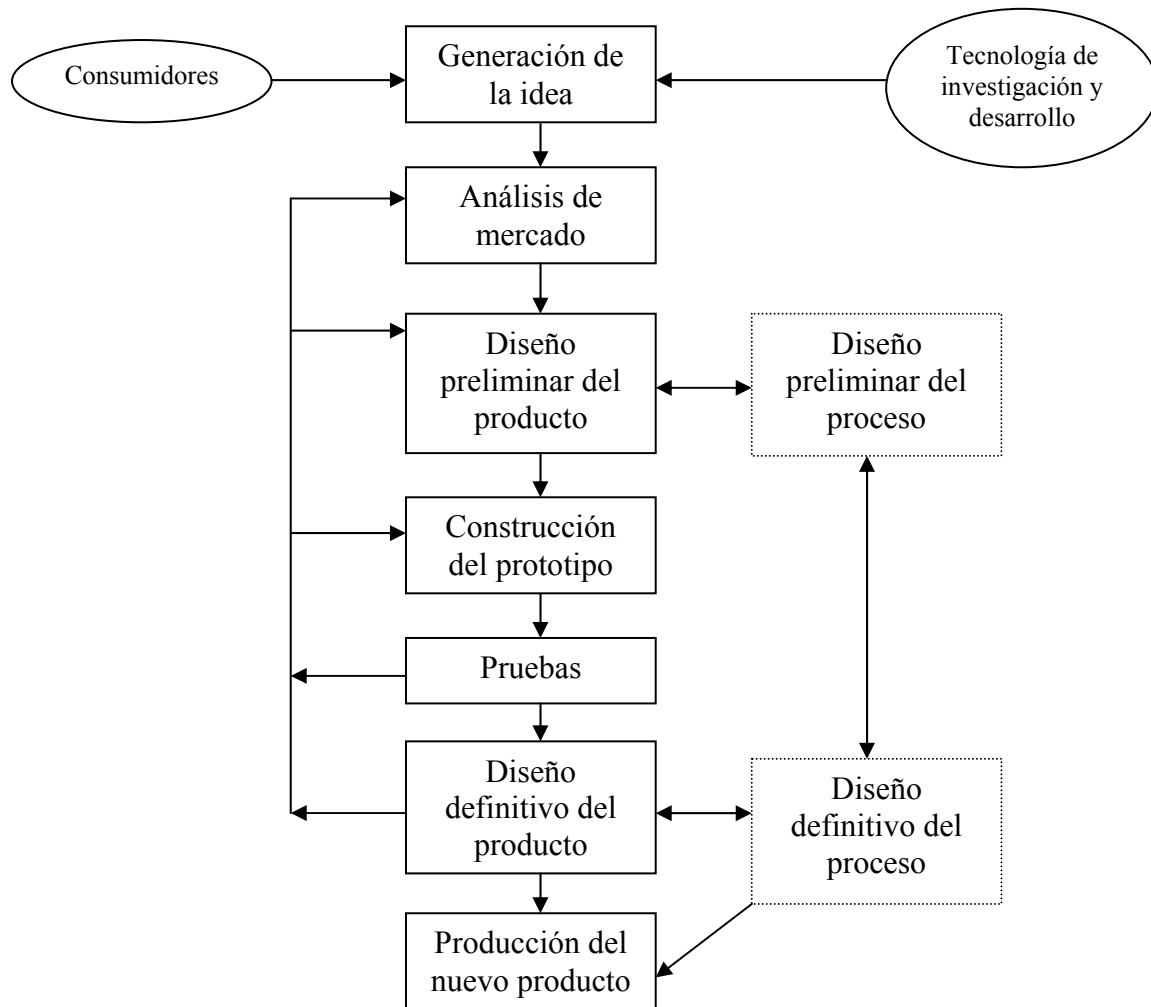
Interfuncional

Con este enfoque, la introducción de nuevos productos tiene una naturaleza interfuncional y requiere de la cooperación entre mercadotecnia, operaciones, ingeniería y otras funciones. El proceso de desarrollo de nuevos productos no recibe ni el impulso del mercado ni el de la tecnología, sino que queda determinado por un esfuerzo coordinado entre funciones. El resultado debe ser los productos que satisfacen las necesidades del consumidor mientras que se utilizan las mayores ventajas posibles en la tecnología.

El enfoque interfuncional casi siempre produce los mejores resultados. El enfoque también resulta más difícil de implementar debido a las rivalidades y fricciones interfuncionales. En muchos casos se utilizan mecanismos organizacionales especiales como diseños de matriz o fuerza de apoyo, con el objeto de integrar distintos elementos de la organización.

1.4.7 Etapas en el desarrollo de nuevos productos

Independientemente de cuál sea el enfoque organizacional que se utilice, los pasos básicos que se siguen para el desarrollo de nuevos productos son casi siempre los mismos. En ellos deben intervenir la mayoría de las áreas funcionales de la organización. La figura a continuación es un modelo del proceso de desarrollo de nuevos productos que consta de los seis pasos fundamentales que se describen también a continuación.



Generación de la idea

Este concepto está relacionado con la identificación de un problema o la detección de una necesidad o carencia.

Las ideas se pueden generar a partir del mercado o a partir de la tecnología, como ya se ha mencionado anteriormente. Entre las principales fuentes de ideas para este proceso podemos señalar las siguientes:

- **Cientes:** en un entorno competitivo en el que el mercado juega un papel destacado parece evidente que el cliente debe jugar un papel activo en el diseño de nuevos productos. La empresa debe contar con los canales de comunicación adecuados para que el cliente pueda aportar sus ideas al proceso de diseño y desarrollo.
- **Distribuidores y proveedores:** los vendedores están muy cerca del mercado y pueden proporcionar información sobre los problemas del consumidor y las posibilidades de nuevos productos. Los proveedores pueden hablar a la compañía de los nuevos conceptos, técnicas y materiales utilizables en el desarrollo de nuevos productos.
- **Ingenieros y diseñadores:** no todas las ideas proceden del mercado, ya que en ese caso no existirían “innovaciones radicales”, es decir, productos totalmente nuevos.

Por ello, sólo el personal del departamento de I+D puede conocer los últimos avances tecnológicos que pueden dar lugar a nuevos productos innovadores.

- Competidores: en numerosas ocasiones los nuevos productos surgen de ideas de la competencia que la empresa adopta como suyas, realizando un proceso de imitación creativa, es decir, mejorando el producto de la competencia pero basándose en su diseño inicial.
- Alta dirección y empleados de la empresa: esta fuente de ideas es a menudo despreciada por parte de los encargados del proceso de diseño y en muchas ocasiones es una de las fuentes más eficaces. Dado que los empleados de la organización son los que mejor conocen los procesos productivos existentes, así como las características reales de los productos fabricados.
- Universidades y centros públicos de investigación: la empresa debe aprovechar la capacidad investigadora de estas instituciones para conseguir nuevos desarrollos tecnológicos. En España, el papel de la Universidad en el proceso de I+D es todavía muy bajo, especialmente si lo comparamos con la situación existente en otros países como Alemania, Japón o Estados Unidos.
- Otras fuentes: las publicaciones, exposiciones y seminarios comerciales, agencias de publicidad, empresas de investigación de mercados, laboratorios universitarios o comerciales e inventores, son otras fuentes de ideas para nuevos productos.

Además, en este primer paso es importante dar una definición clara de los objetivos, para así tener una meta hacia la cual dirigir todos los esfuerzos. Definir es delimitar el problema y el alcance de la solución que está buscándose. Es indicar lo que se quiere hacer y a dónde no se quiere llegar. Definir un problema es la parte más complicada en el proceso de diseño; una equivocación a esta altura representa un enorme error al final.

Análisis de mercado

No todas las ideas nuevas deben desarrollarse para convertirlas en nuevos productos. Los costos de desarrollo de los productos se incrementan grandemente en las últimas etapas, por eso a la compañía le interesa conservar sólo las que puedan convertirse en productos generadores de ingresos. Sólo algunas pocas se introducen con éxito en el mercado bajo la forma de productos. Las ideas para nuevos productos deben pasar una serie de pruebas, antes de pasar al diseño preliminar. Esto implica un análisis de la viabilidad del producto desde diferentes puntos de vista:

- Viabilidad comercial: consiste en analizar si existe un mercado para ese producto. Para estimar las ventas, la compañía debe examinar la historia de las ventas de productos similares y hacer una encuesta de opinión en el mercado. Se deben determinar las ventas mínimas y máximas para evaluar los riesgos.
- Viabilidad económica: se realiza un análisis coste-beneficio que nos permita estimar si ese producto proporcionará un margen adecuado, teniendo en consideración su coste estimado de producción, así como el precio al que podrían venderse.
- Viabilidad técnica: es necesario comprobar que la empresa cuenta con la capacidad técnica y tecnológica adecuada para la fabricación en serie del producto.
- Valoración de las reacciones de la competencia: se hace necesario valorar la posible reacción de la competencia ante nuestro lanzamiento. Ya que en algunas ocasiones nuestra empresa no contará con los recursos suficientes para una “guerra abierta” con

nuestros competidores, por lo que en estos casos, quizás la estrategia más adecuada es no continuar con el proceso de diseño.

- Ajuste a los objetivos de la organización: los nuevos productos deben respetar la estrategia de la organización, contribuyendo a alcanzar los objetivos establecidos.

El propósito del análisis, que se puede denominar también como el análisis de selección de productos, es identificar cuáles son las mejores ideas y no el de llegar a una decisión definitiva de comercialización y producción de un producto. Después del desarrollo inicial se pueden hacer análisis más extensos a través de pruebas de mercado y operaciones piloto antes de tomar la decisión final de introducir el producto.

Diseño preliminar del producto

Esta etapa del proceso del diseño de un producto se relaciona con el desarrollo del mejor diseño para la idea del nuevo producto. Todos los esquemas, bocetos y notas se revisan, combinan y perfeccionan con el fin de obtener varias soluciones razonables al problema. Se deben establecer las restricciones adecuadas para seleccionar el diseño más conveniente. En el siguiente gráfico se muestran las restricciones que se deben considerar al evaluar el diseño.



Cuando se aprueba un diseño preliminar, se puede construir un prototipo o prototipos para someterlos a pruebas adicionales y análisis. En el diseño preliminar se toma en cuenta un gran número de compensaciones entre costo, calidad y rendimiento del producto. El resultado debe ser un diseño de producto que resulte competitivo en el mercado y que se pueda producir. Los objetivos de diseño son, por supuesto, difíciles de satisfacer.

Construcción del prototipo

La construcción del prototipo puede tener varias formas diferentes. Primero, se pueden fabricar a mano varios prototipos que se parezcan al producto final. Por ejemplo, en

la industria automotriz es normal hacer modelos de arcilla de los automóviles nuevos. Después se pueden fabricar prototipos más avanzados, mediante algún proceso de fabricación.

En la industria de servicios un prototipo podría ser un solo punto en donde se pueda probar el concepto de servicio en su uso real. Se puede modificar el servicio, si es necesario, para satisfacer mejor las necesidades del consumidor. Una vez que se ha probado el prototipo con éxito, se puede terminar el diseño definitivo y dar el servicio en franquicia y desarrollarlo a gran escala.

Pruebas

Los prototipos deben someterse a varias pruebas. Las pruebas en los prototipos buscan verificar el desempeño técnico y comercial. Una manera de apreciar el desempeño comercial es construir suficientes prototipos como para apoyar una prueba de mercado para el nuevo producto. Las pruebas de mercado casi siempre duran entre seis meses y dos años y se limitan a una región geográfica pequeña. En esta etapa el producto se introduce en escenarios más realistas. El propósito de una prueba de mercado es obtener cuantitativos sobre la aceptación que tiene el producto entre los consumidores, enterarse de las reacciones de los consumidores y distribuidores ante el manejo, uso y compra del producto. Esta prueba permite experimentar con la comercialización, detectar posibles problemas y reunir más información antes de hacer el gran gasto de la introducción en sí (estrategia de posicionamiento, publicidad, distribución, precios, marca y envasado).

También se prueba el desempeño técnico del producto en los prototipos. Se realizan pruebas mecánicas (destructivas y no destructivas), químicas... con la finalidad de observar el comportamiento del producto en forma segura y efectiva. Los cambios de ingeniería que se inician como resultado de las pruebas en los prototipos incorporan entonces al paquete de diseño final.

El proceso de desarrollo descrito hasta ahora se realiza de forma iterativa hasta alcanzar el diseño más adecuado a las exigencias de los consumidores. En cada iteración se aprende sobre el problema a resolver y las alternativas existentes hasta que se converge al diseño final y se completan las especificaciones detalladas inicialmente. A este proceso iterativo se le conoce como “Ciclo de diseño-fabricación-prueba” o “design-build-test cycle”.

Diseño definitivo del producto

Durante la fase de diseño definitivo, se desarrollan dibujos y especificaciones para el producto. Como resultado de las pruebas en los prototipos se pueden incorporar ciertos cambios al diseño definitivo. Cuando se hacen cambios, el producto puede someterse a pruebas adicionales para asegurar el desempeño del producto final. La atención se enfoca entonces en la terminación de las especificaciones de diseño para que se pueda proceder con la producción.

Estas seis fases descritas de forma breve son la base del diseño de cualquier producto que se puede encontrar en el mercado. Después de realizar el diseño, que es la función de la ingeniería de diseño, se debe realizar el diseño del proceso productivo, misión de ingeniería de procesos. En realidad, una no es precedida de la otra, ya que normalmente se desarrollan conjuntamente. Esto hace que ingenieros con diferentes competencias hayan de trabajar

conjuntamente. El proceso de producción también pasa por una etapa preliminar antes de llegar a su diseño definitivo, como puede observarse en el esquema inicial. En esa fase se realiza la simulación del proceso de fabricación, tratando de detectar posibles deficiencias.

Después del diseño definitivo se procede a la realización de pruebas de mercado que permiten simular las condiciones reales de mercado, bien sea en un laboratorio (pretest de mercado) o bien en una pequeña zona del mercado al que se va a dirigir el producto (pruebas alfa de mercado), con objeto de seleccionar la estrategia de lanzamiento más adecuada y realizar una previsión de la cifra de ventas.

Producción del nuevo producto

Por último, si la evaluación realizada en la fase anterior es favorable, el producto pasa a la sexta fase en la que se inicia la fabricación a gran escala; se produce el lanzamiento al mercado del nuevo producto, su distribución inicial y las operaciones de apoyo al mismo.

La eficacia de este proceso de diseño y desarrollo dependerá no sólo de la velocidad, productividad y calidad con que se lleve a cabo cada etapa del ciclo, sino que también dependerá del número de iteraciones necesarias hasta alcanzar la solución óptima. En cualquier caso, el proceso de diseño y desarrollo implica un conjunto complejo de actividades, que variarán en función del proyecto concreto al que se haga frente y en función del tipo de innovación al que se haga referencia.

1.4.8 Criterios del fabricante para introducir nuevos productos

¿Cuándo debe el nuevo producto propuesto agregarse a la variedad actual de los que tiene una compañía? Lo primero es decidir si es el momento de introducirlo al mercado (comercialización), o quizá la empresa debe esperar. A continuación se dan algunas pautas que aplican los fabricantes al contestar a esta pregunta:

- Debería haber una demanda adecuada del mercado. Este es sin duda el criterio más importante que ha de aplicarse al producto propuesto. Con demasiada frecuencia la gerencia comienza haciéndose una pregunta como la siguiente: "¿Podemos utilizar nuestra fuerza actual de ventas?" o "¿Encajará el nuevo artículo en nuestro sistema de producción?" La pregunta básica es ésta: "¿Hay un número suficiente de personas que realmente quieran nuestro producto?"
- El producto necesita ser compatible con las normas ambientales y sociales actualmente en vigor. ¿Contaminan mucho al aire o al agua (como lo hacen las fábricas de acero y de papel) los procesos de fabricación? ¿Dañará al ambiente el empleo del producto terminado (como sucede con los automóviles)? Luego de usarse, ¿es el producto nocivo para el ambiente (como el DDT y otros detergentes)? ¿Es posible reciclarlo?
- El producto deberá encajar dentro de la estructura presente de mercadotecnia de la compañía. La experiencia general de ella en este aspecto es importante. Pueden formularse preguntas más específicas en lo tocante a la adaptación de los nuevos

productos a la mercadotecnia: ¿Puede utilizarse la actual fuerza de ventas? , ¿Pueden usarse los canales de distribución con que se cuenta?

- Se debe tener en cuenta que la primera entrada en el mercado de un nuevo producto disfruta de una ventaja de primer movimiento que es la de ganar liderazgo, caso contrario también podemos obtener una imagen defectuosa de la empresa y el producto. Una entrada paralela con el producto competidor supone que ambos financian los costos del lanzamiento del producto. Un ingreso tardío al mercado supone tres ventajas, haber sufragado los costos de educar a los potenciales clientes, conocer el mercado y presentar un producto mejorado.
- Un nuevo producto será acogido con una actitud más favorable por parte de la gerencia, si encaja dentro de las actuales instalaciones de producción, su poder de mano de obra y las posibilidades de la empresa.
- El producto ha de ser idóneo desde el punto de vista financiero. ¿Se dispone de suficiente financiamiento?
- No deben haber objeciones legales. Hay que hacer solicitudes de patente, la etiqueta y el empaque deben cumplir con las normas, etc.
- Los gerentes de la compañía deben tener el tiempo y la capacidad de ocuparse del nuevo producto.

En segundo lugar debe focalizarse el ámbito donde se va a lanzar el producto: local, regional, distrital, nacional o internacional. La compañía debe decidir si lanza su nuevo producto en un solo lugar, en una región o varias, en el mercado nacional o el internacional. Pocas empresas tienen la confianza, capital y capacidad para introducir nuevos productos en todo el país.

1.4.9 Motivos de compra del consumidor

Hay un gran número de estudios que intentan explicar el comportamiento de los consumidores. En particular, el proceso de decisión de compra es de gran interés ya que es el que, en última instancia, conduce al acto final de consumir, comprar o adquirir producto o servicios.

En primer lugar, la percepción de la necesidad depende del contexto en el cual se encuentre el comprador potencial y, por consiguiente, de las influencias de cualquier naturaleza susceptibles de provocar desviaciones en la percepción original de la necesidad. El procedimiento de compra, se inicia normalmente con una fase de información durante la cual el comprador toma conciencia de la necesidad. Es en esta fase en la que más influencia tiene el entorno. Así, en un entorno familiar, la opinión de la familia es muy importante en la decisión de comprar de un coche o una vivienda. Un comprador profesional, sin embargo, actúa de forma diferente. Bajo las restricciones de la empresa u organización, sigue un procedimiento de compra bastante definido. La “orden de compra” proviene de los servicios

de estudio, de métodos o de usuarios y realiza la compra buscando la mejor relación calidad/precio con arreglo a las especificaciones solicitadas.

En base a las diferentes influencias a las que están sometidos, se distinguen tres categorías de compradores:

- El comprador individual.
- El comprador que representa un grupo, una familia.
- El comprador profesional.

Dentro de cada una de estas categorías hay que tener en cuenta un factor determinante en la percepción de la necesidad: el precio no siempre es pagado por el comprador usuario del producto. Por tanto, es también necesario tener en cuenta la posición que ocupen el comprador, el usuario y quién paga el producto a la hora de analizar la percepción de la necesidad. Se pueden encontrar las siguientes situaciones:

- El comprador, el pagador y el usuario son un mismo individuo. Es lo general en el consumidor.
- El comprador y el pagador son un mismo individuo pero el usuario es diferente, como en la compra de un regalo.
- El comprador es un individuo, el pagador es la empresa y el usuario es diferente. Es el caso de compras industriales.

Para comprender mejor el comportamiento del cliente, se han desarrollado diversas teorías, y, debido a su complejidad, se ha abordado desde diferentes enfoques o disciplinas científicas, como la economía, la psicología y la sociología entre otras. A la hora de analizar el comportamiento individual del consumidor, se hace principalmente desde tres aspectos: la necesidad, la motivación y las actitudes. Para llegar al meollo de aquello que impulsa el comportamiento del consumidor, se ha recurrido a la investigación de actitudes. Como consumidores, cada uno de nosotros mostramos una gran diversidad de actitudes hacia los productos, los servicios, los anuncios, etc. En este contexto, la actitud es una predisposición aprendida por parte del consumidor que lo impulsa a comportarse de una manera conscientemente favorable o desfavorable en relación con un objeto determinado.

La motivación puede ser descrita como la fuerza impulsora interna de los individuos que los empuja a la acción. Esta fuerza impulsora es producida por un estado de tensión que existe como resultado de una necesidad insatisfecha. Los individuos se esfuerzan consciente y subconscientemente por reducir esta tensión por medio de un comportamiento que, según sus expectativas, satisfará sus necesidades y de esta manera los aliviará del estrés que padecen. Existen diferentes teorías sobre las motivaciones de compra, entre las que se destacan:

1. Motivos de compra inherentes (instintos personales).
2. Motivos de compra aprendidos.
3. Motivos de compra racionales.
4. Motivos de compra emocionales o impulsivos.

El psicólogo Abraham Maslow, desarrolló la Teoría de la Motivación, una jerarquía de las necesidades que los hombres buscan satisfacer. Estas necesidades se representan en forma de *La Pirámide de Maslow*:



Pirámide de Maslow

La Pirámide de Maslow es una teoría psicológica sobre la motivación humana desarrollada en 1943 por Abraham Maslow. Maslow formuló una jerarquía de necesidades humanas defendiendo la teoría de que conforme se satisfacen las necesidades básicas, las personas desarrollan necesidades y deseos más altos.

La pirámide consta de cinco niveles, los cuatro primeros son considerados como necesidades del déficit (*deficit needs*), mientras que el nivel superior se refiere a la necesidad del ser (*being needs*):

- Necesidades fisiológicas básicas. Son necesidades fisiológicas básicas para mantener la homeostasis (tendencia de un organismo a mantener una estabilidad interna o equilibrio orgánico), como respirar, beber, dormir, comer, liberar desechos corporales o mantener relaciones sexuales.
- Necesidades de la seguridad. Surgen de la necesidad de que la persona se sienta segura y protegida. Se distinguen los siguientes tipos de seguridad: física, de empleo, de ingresos y recursos, moral y fisiológica, familiar, de salud, contra el crimen de la propiedad personal, y de estima.
- Necesidades de aceptación social. Están relacionadas con el desarrollo afectivo del individuo, son necesidades como la pertenencia a un grupo, la amistad, el afecto o el amor.
- Necesidades de autoestima. Se refiere a la valoración de uno mismo otorgada por otras personas.

- Necesidades de autorrealización. Son las más elevadas, se hallan en la cima de la jerarquía, es la necesidad instintiva de un ser humano de hacer lo máximo que pueden dar de sí sus habilidades.

Según la teoría de Maslow, para conseguir motivar a las personas que nos rodean se debe buscar qué necesidades tienen satisfechas e intentar facilitar la consecución del escalón inmediatamente superior. En los países desarrollados las necesidades fisiológicas y de seguridad están cubiertas en la mayoría de los casos, es por eso que las empresas intentan ofrecer medios para satisfacer las necesidades de pertenencia a grupos o de prestigio social.

La interpretación de la pirámide nos proporciona la clave de su teoría: un ser humano tiende a satisfacer sus necesidades primarias (más bajas en la pirámide), antes de buscar las de más alto nivel. Por ejemplo, una persona no busca tener satisfechas las necesidades de seguridad (por ejemplo, evitar los peligros del ambiente) si no tiene cubiertas sus necesidades fisiológicas, como comida, bebida, aire, etc.

La teoría de las necesidades propuesta por Maslow, ha sido ampliamente aceptada. Sin embargo, Robert Tassinari propone invertir la pirámide de Maslow para comprender mejor el comportamiento humano, que es diferente al de los animales. Por otro lado, el filósofo Keynes, diferencia dos tipos de necesidades:

- Absolutas. Necesidades que tiene una persona con independencia del resto. Una vez que se han cubierto, el individuo se olvida de ellas.
- Relativas. Tienen que ver con la actuación en grupo. Son aquellas cuya satisfacción nos elevan por encima de los demás y nos dan un sentimiento de superioridad frente a ellos. Una vez que se han cubierto, no se olvidan, sino que vuelven. Las necesidades relativas son insaciables porque cuanto más se eleva el nivel general, más se busca superarlo.

Como ya se ha mencionado, hay multitud de teorías y estudios que explican o justifican el comportamiento de los consumidores a la hora de adquirir un producto o servicio determinado, tal vez de este hecho se puede deducir su complejidad. Todo esto hay que tenerlo en cuenta a la hora de realizar un correcto diseño y planteamiento del producto o servicio ofertado. Es un aspecto importante para que el proyecto tenga los resultados deseados, conocer las necesidades, motivaciones y actitudes de los consumidores.

1.5 INGENIERIA DE DISEÑO O PRODUCTO

1.5.1 Definición y funciones

La expresión ingeniería de producto se refiere al proceso de diseño y desarrollo de un equipo, sistema o aparato de tal forma que después se obtendrá un elemento apto para su comercialización mediante algún proceso de fabricación, respondiendo a las expectativas del cliente. Por lo general la ingeniería de producto comprende actividades relacionadas con optimizar el costo de producción, su facilidad de fabricación, su calidad, funcionalidad, confiabilidad y otras características importantes para el usuario. Por lo general se busca obtener un producto con estas características de manera que el producto resulte más atractivo

y competitivo en el segmento del mercado que tiene por objetivo. De esta forma se aumentan las posibilidades de éxito del negocio que posee el fabricante de dicho producto.

La ingeniería de producto incluye el diseño, desarrollo, selección de materiales, y los prototipos. El término incluye desarrollar el concepto del producto y el diseño y desarrollo de sus componentes y partes mecánicas, electrónicas y de software. Por ejemplo la ingeniería de un producto tal como una cámara digital comprendería definir los requerimientos del equipo, diseñar su sistema óptico, el diseño mecánico y ergonómico del conjunto y sus comandos, el diseño de su packaging, el desarrollo de la electrónica de control de los diversos componentes y desarrollar el software que permite al usuario ver las fotografías, almacenarlas en la memoria, descargarlas en una computadora, etc. Luego que se completa el diseño inicial y su desarrollo, se llevará a cabo en otra etapa la transición del producto para su fabricación en las cantidades que determina el fabricante de acuerdo a las proyecciones del mercado.

Por tanto, su función principal es la de realizar diseños o desarrollar soluciones tecnológicas a necesidades sociales, industriales o económicas. Para ello el ingeniero debe identificar y comprender los obstáculos más importantes para poder realizar un buen diseño. Algunos de los obstáculos son los recursos disponibles, las limitaciones físicas o técnicas, la flexibilidad para futuras modificaciones y adiciones y otros factores como el análisis del mercado, el coste, la posibilidad de llevarlo a cabo, las prestaciones y las consideraciones estéticas y comerciales. Mediante la comprensión de los obstáculos, los ingenieros deducen cuáles son las mejores soluciones para afrontar las limitaciones encontradas cuando se tiene que producir y utilizar un objeto o sistema.

Los ingenieros utilizan el conocimiento de la ciencia, la matemática y la experiencia apropiada para encontrar las mejores soluciones a los problemas concretos, creando los modelos matemáticos apropiados de los problemas que les permiten analizarlos rigurosamente y probar las soluciones potenciales. Si existen múltiples soluciones razonables, los ingenieros evalúan las diferentes opciones de diseño sobre la base de sus cualidades y eligen la solución que mejor se adapta a las necesidades.

En general, los ingenieros intentan probar si sus diseños logran sus objetivos antes de proceder a la producción en cadena. Para ello, emplean entre otras cosas prototipos, modelos a escala, simulaciones, pruebas destructivas y pruebas de fuerza. Las pruebas aseguran que los artefactos funcionarán como se había previsto.

Para hacer diseños estándar y fáciles, las computadoras tienen un papel importante. Utilizando los programas de diseño asistido por ordenador (DAO, más conocido por CAD, Computer-Aided Design), los ingenieros pueden obtener más información sobre sus diseños. El ordenador puede traducir automáticamente algunos modelos en instrucciones aptas para fabricar un diseño. La computadora también permite una reutilización mayor de diseños desarrollados anteriormente, mostrándole al ingeniero una biblioteca de partes predefinidas para ser utilizadas en sus propios diseños.

Los ingenieros deben tomar muy seriamente su responsabilidad profesional para producir diseños que se desarrollen como estaba previsto y no causen un daño inesperado a la gente en general. Normalmente, los ingenieros incluyen un factor de seguridad en sus diseños para reducir el riesgo de fallos inesperados.

1.5.2 Concepto de diseño industrial

El diseño industrial es un tema del diseño que busca crear o modificar objetos o ideas para hacerlos útiles, prácticos o atractivos visualmente, con la intención de satisfacer las necesidades del ser humano, adaptando los objetos e ideas no solo en su forma sino también las funciones de éste, su concepto, su contexto y su escala, buscando lograr un producto final innovador.

El diseño industrial sintetiza conocimientos, métodos, técnicas, creatividad y tiene como meta la concepción de objetos de producción industrial, atendiendo a sus funciones, sus cualidades estructurales, formales y estético-simbólicas, así como todos los valores y aspectos que hacen a su producción, comercialización y utilización, teniendo al ser humano como usuario. Es una actividad creativa, que establece las cualidades polifacéticas de objetos, de procesos, de servicios y de sus sistemas en ciclos vitales enteros. Por lo tanto, el diseño es el factor central de la humanización innovadora de tecnologías y el factor crucial del intercambio económico y cultural.

El diseñador industrial desarrolla todos aquellos objetos que son susceptibles de ser diseñados o rediseñados, ya sea en la industria electrónica, automoción, juguetera, mueblería, instalaciones sanitarias, aplicación de la ergonomía en diseño de máquinas, en fin, fabricación en general.

1.5.3 Factor legal del diseño industrial

A la hora de llevar a cabo el diseño de un producto, se debe tener en consideración la información de la que se dispone. Parte de ella es la relativa a la normativa y leyes que afecten a nuestro diseño. Es esencial disponer de conocimientos de la legislación que es probable que afecte al campo del producto. Del mismo modo, hay que considerar esto a un nivel internacional, nacional y local. Algunas de las características del producto pueden venir fuertemente condicionadas por las restricciones impuestas por la legislación. Un estudio detallado del marco legal permitirá estudiar la existencia de trabas legales, viabilidad legal o de incentivos para el desarrollo de dicho producto. Por lo tanto, a la hora de desarrollar un diseño, habrá que tener en cuenta que tipo de normativa le afecta. Ésta, en general, podrán ser normas y reglamentos, o leyes de propiedad industrial.

Normas y reglamentos

Se trata de publicaciones que recogen las restricciones y condiciones legales que pueden afectar al diseño que se está realizando y a sus posibles soluciones.

Las finalidades de las normas son:

- Facilitar la adaptación de los productos, procesos y servicios a los fines a que se destinan.
- Proteger la salud y el medio ambiente.
- Prevenir los obstáculos al comercio.
- Facilitar la cooperación tecnológica.

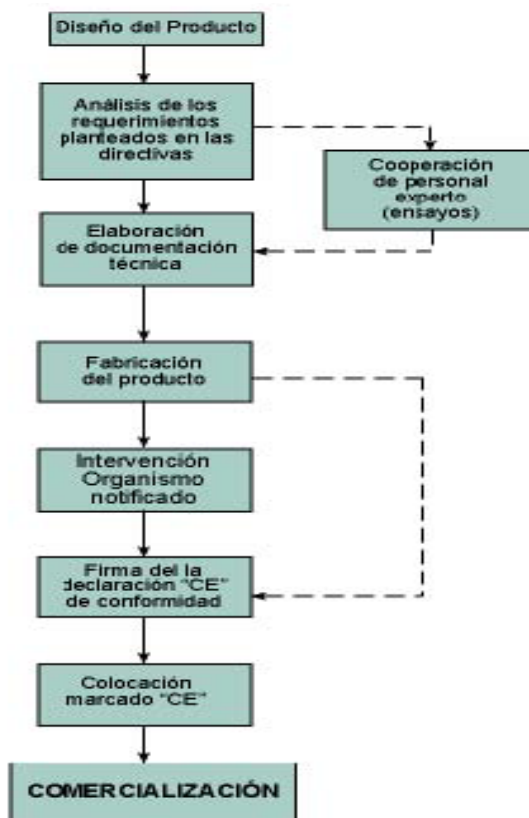
Por su ámbito de aplicación se distinguen normas:

- Nacionales: en España las normas UNE elaboradas por AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).
- Regionales: en Europa son las elaboradas por el CEN (Comité Europeo de Normalización), CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrónica) y ETSI (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación); preparadas con la participación de representantes acreditados de todos los países miembros.
- Internacionales: las más representativas por su campo de actividad son la IEC (elaboradas por la Comisión Electrotécnica Internacional), las UIT (desarrolladas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones) y las ISO (elaboradas por la Organización Internacional de Normalización).

En España el organismo responsable de gestionar todas las normas es AENOR. Existe un catálogo de normas a disposición del público, al cual se puede acceder a través de la página de internet (www.aenor.es). Las normas solicitadas a AENOR se deben pagar. Sin embargo, en las hemerotecas de la mayoría de las universidades y centros tecnológicos existe una amplia colección de normas a disposición de los usuarios.

Marcado CE

El marcado CE sobre un producto indica que éste cumple con todos los requisitos esenciales que son de aplicación en virtud de las directivas comunitarias que le son de aplicación. Es totalmente indispensable que todo producto comercializado o puesto en servicio que esté regulado por directivas comunitarias de marcado CE posea el correspondiente marcado CE. Esto no implica que todo producto deba llevar el marcado CE, ya que sólo es obligatorio que lo posean únicamente aquellos productos que estén regulados por directivas comunitarias de marcado CE.

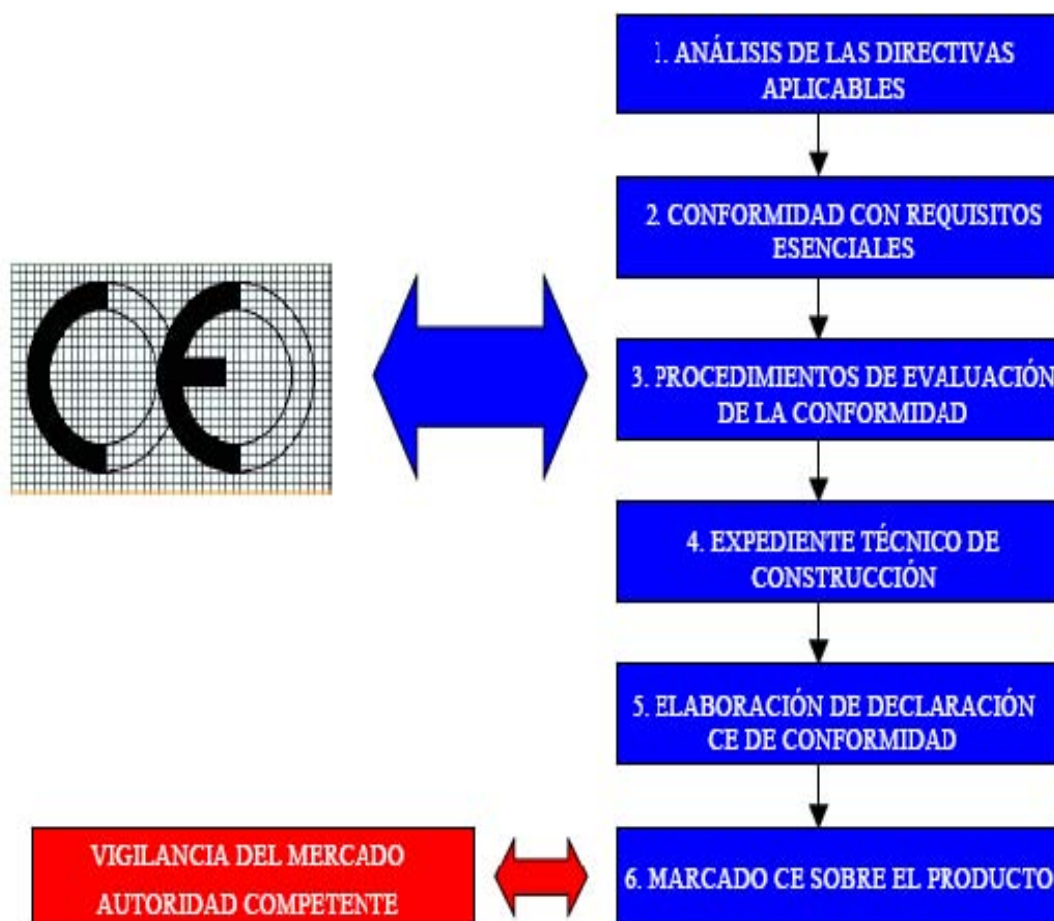


El marcado CE lo debe poner siempre el fabricante o su representante legal autorizado, ya que éste es el principal responsable de la comercialización o puesta en servicio del producto y de la garantía de su seguridad.

La forma de partida más aconsejable es conocer y tener en cuenta los requisitos recogidos en las distintas Directivas de aplicación al producto antes de su fabricación, para poder así integrar las medidas necesarias para su cumplimiento desde la fase de diseño del prototipo, lo que disminuirá los costes y el tiempo para obtener un producto conforme.

Ha de tenerse presente que la conformidad del producto está limitada a los usos e instalaciones indicados por el fabricante y a la utilización previsible, pero no a los usos caprichosos.

A continuación, se muestra de modo gráfico los pasos a seguir para el marcado CE:



Para proceder al marcado CE, el fabricante deberá analizar inicialmente todas las directivas que sean de aplicación a su producto para así determinar la aplicabilidad, ya que cuando se procede al marcado CE, el fabricante declara conformidad con todos los requisitos esenciales de todas las directivas aplicables al producto.

A continuación, se indican las directivas de Nuevo Enfoque (directivas que requieren el marcado CE):

- D.C. 73/23/CEE. "Material de baja tensión"
- D.C. 87/404/CEE. "Recipientes a presión simples"
- D.C. 88/378/CEE. "Juguetes"
- D.C. 89/106/CEE. "Productos de Construcción"
- D.C. 89/336/CEE. "Compatibilidad Electromagnética"
- D.C. 89/392/CEE. "Maquinas"
- D.C. 89/686/CEE. "Equipos de protección individual"
- D.C. 90/384/CEE. "Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático"
- D.C. 90/385/CEE. "Productos sanitarios implantables activos"
- D.C. 90/396/CEE. "Aparatos a gas"
- D.C. 92/42/CEE. "Calderas nuevas de agua caliente"
- D.C. 92/75/CEE. "Indicación del consumo de energía y de otros recursos de los aparatos electrodomésticos"
- D.C. 93/15/CEE. "Explosivos con fines civiles"
- D.C. 93/42/CEE. "Productos sanitarios"
- D.C. 94/9/CEE. "Aparatos de protección para uso en atmósferas explosivas"
- D.C. 95/16/CE. "Ascensores"
- D.C. 95/54/CE. "Vehículos a motor -SEE interferencias"
- D.C. 96/57/CE. "Rendimiento energético"
- D.C. 96/98/CE. "Equipos marinos"
- D.C. 97/23/CE. "Equipos a presión"
- D.C. 98/37/CE. "Máquinas"
- D.C. 98/79/CE. "Diagnóstico in vitro"
- D.C. 1999/5/CE. "Equipos radioeléctricos y equipos terminales de telecomunicación y reconocimiento mutuo de su conformidad"
- D.C. 1999/36/CE. "Equipos de Presión Transportables"
- D.C. 2000/14/CE. "Emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre"
- D.C. 2001/95/CE. "Seguridad general de productos"
- D.C. 85/374/CEE "Disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros en materia de responsabilidad por los daños causados por productos defectuosos"

Una vez determinadas las directivas que son de aplicación al producto, el fabricante deberá asegurar que el producto cumple con los requisitos esenciales establecidos en las propias directivas. Los requisitos esenciales son especificaciones destinadas a ofrecer y garantizar un alto grado de protección, en particular la protección de la salud y de la seguridad de los usuarios, e incluso abarcan otros requisitos fundamentales (protección de bienes o del medio ambiente). El cumplimiento de estos requisitos esenciales garantiza el principal objetivo de protección y se derivan de determinados riesgos asociados al producto (propiedades eléctricas, inflamabilidad, resistencia mecánica, etc.). En el caso de ser de aplicación varias directivas a un mismo producto, el fabricante deberá cumplir de modo simultáneo con los requisitos esenciales de todas las directivas aplicables. En cuanto al caso concreto de las máquinas, la directiva de máquinas es traspuesta a la legislación española mediante el RD 1435/1992 y el RD 56/1995 que lo modifica.

Protección del diseño industrial

Un diseño industrial añade valor al producto, lo hace más atractivo y llamativo a los clientes y puede incluso convertirse en el principal motivo de compra del producto. Por lo tanto, la protección de los diseños valiosos suele ser una parte fundamental de la estrategia comercial de cualquier diseñador o fabricante. Se trata de una práctica que responde a la lógica empresarial, pues mejora la competitividad de una empresa y suele aportar ganancias adicionales mediante una o varias de las formas que se indican a continuación:

- Al registrar un diseño se adquiere el derecho de impedir su reproducción o imitación por parte de la competencia, con lo que se fortalece la posición competitiva. Proporciona una ventaja competitiva.
- El registro de un diseño valioso contribuye a obtener un mejor rendimiento del capital invertido en crear y comercializar el producto y, por lo tanto, supone una mejora de los beneficios.
- Los diseños industriales son activos empresariales que pueden incrementar el valor comercial de una empresa y sus productos. Cuanto más éxito tiene un diseño, mayor es su valor comercial para la empresa.
- Un diseño protegido puede también cederse (o venderse) a otros mediante la concesión de una licencia y el pago de un cantidad determinada, modo que permite acceder a mercados inabordables de otra manera.
- El registro de los diseños industriales fomenta la competencia leal y las prácticas comerciales honradas, lo que, a su vez, promueve la producción de una amplia diversidad de productos atractivos por su forma.

El derecho de los creadores de un diseño industrial, a ser los únicos en producirlo, venderlo,... se protege de dos formas: el derecho de autor y la propiedad industrial. Según la política de cada país, ambas protecciones pueden acumularse o no. Así en España se permite la acumulación mientras que en Francia no.

El derecho de autor describe los derechos otorgados a los creadores por sus obras literarias, musicales y artísticas, como las novelas y la poesía, las canciones y partituras musicales, los cuadros y las esculturas. Otras obras protegidas por el derecho de autor son las películas, la coreografía, la arquitectura, los anuncios, los mapas y los dibujos técnicos, así como los programas de ordenador y las bases de datos. Los derechos conexos al derecho de autor proporcionan protección a los artistas intérpretes o ejecutantes (por ejemplo, actores y músicos) sobre sus interpretaciones y ejecuciones; a los productores de grabaciones sonoras (por ejemplo, discos compactos) sobre sus grabaciones y a los organismos de radiodifusión sobre sus programas de radio y televisión.

Para que un diseño industrial sea protegido mediante el derecho de autor debe cumplir el requisito fundamental de originalidad. La duración de esta protección suele durar toda la vida del creador del diseño industrial protegido, más una cantidad de años variable según la legislación. Normalmente es de 60-70 años. La protección como propiedad industrial es una protección más completa, pero de duración más reducida, como se analizará más adelante.

Toda innovación, bien sea una invención, o bien sea una creación de forma, puede ser protegida legalmente mediante una modalidad de propiedad industrial que garantiza a su titular un derecho exclusivo a su explotación. Las invenciones se protegen mediante patentes o modelos de utilidad y las creaciones de forma mediante modelos o dibujos industriales. En ambos casos, la razón básica de la protección legal es la misma: asegurar que el innovador rentabilice la inversión necesaria para obtener la innovación, protegiéndole frente a usurpaciones de terceros.

La búsqueda de patentes acerca del producto que va a ser desarrollado debe llevarse a cabo para descubrir si existe alguna patente en el área del producto estudiado o existe alguna patente en áreas análogas. La Oficina Española de Patentes y Marcas es un buen punto donde empezar la investigación. A través de Internet también es posible consultar una gran cantidad de bases de datos de patentes, y en muchos casos es posible acceder al texto íntegro y a los esquemas o dibujos de los documentos. En la página de la Oficina Española de Patentes y Marcas hay vínculos donde se recoge toda la normativa nacional e internacional sobre propiedad.

Propiedad industrial

Se entiende por Propiedad Industrial un conjunto de derechos exclusivos que protegen tanto la actividad innovadora manifestada en nuevos productos, nuevos procedimientos o nuevos diseños, como la actividad mercantil, mediante la identificación en exclusiva de productos y servicios ofrecidos en el mercado.

No resulta fácil explicar en qué consiste una patente, una marca o el diseño industrial, denominaciones que se agrupan dentro de lo que la ley conoce como Títulos de Propiedad Industrial, pues aunque forman parte de nuestra vida mucho más de lo que creemos, son todavía muy desconocidos para una gran parte de la sociedad. Quizás la dificultad para entender este tipo de títulos estriba en que recaen sobre bienes inmateriales, es decir, que no tienen una forma física, aun cuando puedan utilizarse en un proceso productivo.

Quizá sea exagerado afirmar que la propiedad industrial es hoy algo imprescindible para las empresas, pero lo que sí parece claro es que vivir de espaldas a esa cuestión puede llegar a ser muy peligroso. Son bastantes las esferas de actuación de las empresas en las que la falta de una adecuada consideración de las patentes, las marcas, los nombres comerciales, etcétera, puede producir problemas. Así, hay ocasiones en las que una empresa que produce un producto o que utiliza un cierto procedimiento o proceso para la obtención de esos productos se ve sorprendida con la desagradable situación, de estar vulnerando una patente o un modelo de utilidad perteneciente a otra empresa. En resumen, puede concluirse que en el mercado actual es casi imprescindible que las empresas dediquen una consideración especial a los temas de la propiedad industrial para la buena marcha de los negocios, y ello por el doble motivo de seguridad jurídica y oportunidad empresarial. El extraordinario aumento de la competencia que ocasiona la globalización de la economía europea y mundial hace necesario atender no sólo a los precios sino también y con forma creciente a factores como calidad, diseño, imagen, innovación, etc., en los que la propiedad industrial tiene un importante papel que jugar.

La propiedad industrial se trata de un tipo de derechos por los que el Estado reconoce a su titular (su dueño) una propiedad sobre una tecnología (patente), una denominación de un producto (marca), o un determinado diseño (modelo y dibujo industrial), y le otorga un monopolio de explotación en el mercado, al tiempo que le exige el cumplimiento de una serie de obligaciones (pagar unas tasas, explotar la invención, utilizar la marca...). La adquisición de estos derechos es voluntaria, y se consigue a través de su Registro tras cumplir con los requisitos que la ley impone. Es muy importante destacar este carácter voluntario, puesto que no se puede exigir a nadie la solicitud de una patente o de una marca, pero su posesión permite emprender acciones y medidas para perseguir y castigar por la vía civil y penal a los infractores de estos derechos. El organismo que en nuestro país se encarga de la tramitación y concesión de estos derechos es la Oficina Española de Patentes y Marcas (desde ahora OEPM). Todos los derechos de propiedad industrial concedidos por la OEPM son aplicables en todo el territorio nacional.

Otra de las características de estos derechos es su limitación territorial: la protección se adquiere para el país/países donde se ha realizado la solicitud. Sólo en el caso de la Marca y el Diseño Comunitarios se consigue unos derechos cuya vida legal es común para un conjunto de países: los miembros de la Unión Europea. Por el contrario, cuando se trata de patentes no se ha conseguido desarrollar un sistema que permita la obtención de un derecho de propiedad industrial único para varios países, y lo que se conoce como Patente Europea así como las solicitudes internacionales PCT (Patent Cooperation Treaty) son sistemas de registro que facilitan la tramitación en varios países al mismo tiempo, aunque el derecho que finalmente se obtiene tiene carácter nacional. Por eso si en algún momento un fabricante o comerciante utiliza la expresión "patente mundial", de alguna forma se está confundiendo, pues lo que habrá llevado a cabo es la tramitación de una solicitud internacional, que en función de cada país podrá ser o no concedida.

De la misma forma a lo largo de estos últimos años han surgido nuevas modalidades de protección como las Topografías de semiconductores, las Variedades Vegetales, los Certificados Complementarios para los Productos Farmacéuticos o incluso los Nombres de Dominio de Internet. Con ello se trata de señalar que la sociedad en su evolución demanda el desarrollo de nuevos sistemas de protección, que si bien en un principio han estado limitados geográficamente, con la globalización no resulta aventurado pensar que acabarán adoptando una estructura internacional.

El marco normativo que existe en la actualidad para la protección de estos derechos incluye diferentes normas legales que incluyen tanto derecho nacional, comunitario e internacional y cuyos textos completos pueden ser consultados en la página de internet de la Oficina Española de Patentes y Marcas (www.oepm.es). En la tabla adjunta y sin tratar de dar una relación exhaustiva figuran las principales normas sobre Propiedad Industrial de aplicación en nuestro país:

- LEY 17/2001 DE MARCAS
- LEY 11/1986 DE PATENTES
- LEY 20/2003, DE 7 DE JULIO, DE PROTECCIÓN JURÍDICA DEL DISEÑO INDUSTRIAL.
- CONVENIO DE LUXEMBURGO PARA LA PATENTE COMUNITARIA (89/695 EEC)
- DIRECTIVA COMUNITARIA PROGRAMAS DE ORDENADOR (91/250 EEC)
- REGLAMENTO RELATIVO A CERTIFICADOS COMPLEMENTARIOS DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS Y DE MEDICAMENTOS (1992)
- REGLAMENTO DE LA MARCA COMUNITARIA (3288/94)
- REGLAMENTO 1367/95 MERCANCIAS CON USURPACION DE MARCA Y MERCANCIAS PIRATAS
- DIRECTIVA COMUNITARIA PROTECCION BASES DE DATOS (96/9 EC)
- DIRECTIVA BIOTECNOLOGIA (98/44 EC)
- DIRECTIVA COMUNITARIA DE MODELOS Y DIBUJOS INDUSTRIALES (13/10/98)
- REGLAMENTO N°6/2002 DE DIBUJOS Y MODELOS COMUNITARIOS
- CONVENIO DE LA UNION DE PARIS PARA LA PROTECCION DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL 1883/1979
- ACUERDO SOBRE LOS ASPECTOS DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL RELACIONADOS CON EL COMERCIO (ADPIC) 1994
- CONVENIO DE LA PATENTE EUROPEA (1973)
- TRATADO DE COOPERACION EN MATERIA DE PATENTES (PCT) (1970)
- ARREGLO DE MADRID: REGISTRO INTERNACIONAL DE MARCAS (1891)
- ARREGLO DE LA HAYA: DEPOSITO INTERNACIONAL DE DIBUJOS O MODELOS INDUSTRIALES (1934,1960).

Patentes

Para la protección jurídica de las Invenciones que sean susceptibles de aplicación industrial, la OEPM concede Patentes y Modelos de Utilidad. Estos últimos protegen invenciones con menor rango inventivo. Una invención es un producto o procedimiento que facilita una nueva manera de hacer algo u ofrece una nueva solución técnica a un problema.

Las patentes proporcionan derechos exclusivos a los titulares de las mismas. Una Patente es un título que reconoce el derecho de explotar en exclusiva la invención patentada, impidiendo a otros su fabricación, venta o utilización sin consentimiento del titular. El derecho otorgado por una Patente no es tanto el de la fabricación, el ofrecimiento en el mercado y la utilización del objeto de la Patente, que siempre tiene y puede ejercitar el titular, sino, sobre todo y singularmente, "el derecho de excluir a otros" de la fabricación, utilización o introducción del producto o procedimiento patentado en el comercio. En definitiva, las patentes son sistemas de monopolios otorgados por los Estados.

El titular de una patente puede ser una o varias personas nacionales o extranjeras, físicas o jurídicas, combinadas de la manera que se especifique en la solicitud, en el porcentaje ahí mencionado. Los derechos de las patentes se pueden transferir por actos entre vivos o por vía sucesoria, pudiendo: rentarse, licenciarse, venderse, permutarse o heredarse. Las patentes pueden también ser valoradas, para estimar el importe económico aproximado que debe pagarse por ellas.

La protección por patente se otorga durante un plazo determinado, que es normalmente de 20 años contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud de patente. Para mantenerla en vigor es preciso pagar tasas anuales a partir de su concesión. Una vez que la patente expira, finaliza la protección, la invención pasa a ser parte del dominio público y puede ser explotada comercialmente por otras personas.

Las patentes no sólo son un incentivo para los inventores en la medida en que garantizan el reconocimiento y la retribución material; enriquecen además el conjunto de conocimientos técnicos que existen en el mundo. Los titulares de patentes están obligados a divulgar públicamente la información relativa a sus invenciones, lo cual proporciona una información valiosa a otros inventores, así como inspiración para las futuras generaciones de investigadores e inventores.

Una invención debe, por lo general, satisfacer las siguientes condiciones para ser protegida por una patente:

- Debe tener uso práctico.
- Debe presentar asimismo un elemento de novedad; es decir, alguna característica nueva que no se conozca en el cuerpo de conocimiento existente en su ámbito técnico. Este cuerpo de conocimiento existente se llama "estado de la técnica". La invención debe presentar un paso inventivo que no podría ser deducido por una persona con un conocimiento medio del ámbito técnico.
- Su materia debe ser aceptada como "patentable" de conformidad a derecho. En numerosos países, las teorías científicas, los métodos matemáticos, las obtenciones vegetales o animales, los descubrimientos de sustancias naturales, los métodos comerciales o métodos para el tratamiento médico (en oposición a productos médicos) por lo general, no son patentables.

Los requisitos que la Ley española de Patentes exige a una son los siguientes:

- Novedad mundial. Se considera que una invención es nueva cuando no está comprendida dentro del estado de la técnica. El estado de la técnica comprende todo lo que se ha hecho accesible al público por cualquier medio antes de la presentación de la solicitud de patente. Por consiguiente, todo lo que se haya hecho accesible al público de cualquier forma, en cualquier lugar (conferencias, tesis doctorales, patentes anteriores, comunicaciones a grupos reducidos que no estén obligados por acuerdos) antes de la presentación de la solicitud de patente, destruye la novedad. "Accesible" no significa que se haya tenido un conocimiento efectivo, basta con que se haya podido tener acceso. Por diversos motivos, este es el requisito que suele presentar mayores problemas en el ámbito de la investigación pública; es de sobra conocido que los investigadores, en su ánimo de dar a conocer inmediatamente los nuevos hallazgos, los divulgan mediante sus cauces habituales: publicaciones, conferencias, seminarios, etc.; también la necesidad de ampliación de su "currículum", etc. Lo que se pretende no es que los investigadores no publiquen, sino que primero protejan y después publiquen, ya que desde el momento de presentación de la patente en la correspondiente oficina de patentes se tiene cierta protección provisional en la mayor parte de los países del mundo.

- Ser resultado de una actividad inventiva. Una invención tiene actividad inventiva si no resulta del estado de la técnica de una manera evidente para un experto en la materia. Para ver si cumple este requisito se tienen que analizar todos los conocimientos anteriores a la fecha de solicitud de patente que comprenden el estado de la técnica, y ver si con ellos cualquier experto en la materia puede llegar a la invención. El estado de la técnica que se tiene en cuenta a la hora de valorar la actividad inventiva toma el conjunto de los conocimientos existentes en general y de modo unitario.

- Tener carácter y aplicación industrial. Se considera que una invención es susceptible de aplicación industrial cuando su objeto puede ser fabricado o utilizado en cualquier clase de industria, incluida la agrícola. Este requisito no presenta mayor complicación, ya que hoy en día existen pocas materias que no sean susceptibles de algún tipo de aplicación industrial.

No se considerarán invenciones:

- a) Los descubrimientos, las teorías científicas y los métodos matemáticos.
- b) Las obras literarias o artísticas o cualquier otra creación estética, así como las obras científicas.
- c) Los planes, reglas y métodos para el ejercicio de actividades intelectuales, para juegos o para actividades económico-comerciales, así como los programas de ordenador.
- d) Las formas de presentar informaciones.

No se considerarán invenciones con aplicación industrial, los métodos de tratamientos quirúrgicos o terapéuticos del cuerpo humano o animal, ni los métodos de diagnóstico aplicado al cuerpo humano o animal. No podrán ser objeto de patente:

- a) Las invenciones cuya publicación o explotación sea contraria al orden público o a las buenas costumbres.
- b) Las variedades vegetales.
- c) Las razas animales.
- d) Los procedimientos esencialmente biológicos de obtención de vegetales o animales. Lo dispuesto en los apartados b), c) y d) no será, sin embargo, aplicable a los procedimientos microbiológicos ni a los productos obtenidos por dichos procedimientos.

Modelo de utilidad

El Modelo de Utilidad protege invenciones con menor rango inventivo que las protegidas por Patentes. El dispositivo, instrumento o herramienta protegible por el Modelo de Utilidad se caracteriza por su "utilidad" y "practicidad" y no por su "estética" como ocurre en el diseño industrial.

Serán protegibles como modelo de utilidad las invenciones que, siendo nuevas e implicando una actividad inventiva, consisten en dar a un objeto una configuración, estructura o constitución del que resulte una ventaja prácticamente apreciable para su uso o

fabricación. No podrán ser protegidas como modelo de utilidad las invenciones de procedimiento y las obtenciones vegetales. El alcance de la protección de un Modelo de Utilidad es similar al conferido por la Patente. La duración del Modelo de Utilidad es de diez años desde la presentación de la solicitud. Para el mantenimiento del derecho es preciso el pago de tasas anuales.

Dibujos y modelos industriales

El dibujo y modelo industrial, también conocido simplemente por dibujo y modelo, es el aspecto ornamental o estético de un artículo. De conformidad con lo establecido en el Estatuto de la Propiedad Industrial se entiende por modelo industrial todo objeto que pueda servir de tipo para la fabricación de un producto, y que pueda definirse por su estructura, configuración, ornamentación o representación. El modelo industrial es pues, toda creación de forma que tenga por objeto dar una configuración tridimensional nueva a un producto, con el fin industrial de reproducirla. Por ejemplo, el diseño de un mueble, zapato...

Según el Estatuto de la Propiedad Industrial, se entiende por dibujo industrial toda disposición o conjunto de líneas y colores aplicables con un fin comercial a la ornamentación de un producto, empleándose cualquier medio manual mecánico, químico o combinados. Dibujo industrial es una creación de forma y de carácter bidimensional, que tiene por objeto la ornamentación de un producto, como por ejemplo los estampados de una pieza textil, motivos decorativos de la cerámica...

Los dibujos y modelos industriales hacen que un producto sea atractivo y llamativo y aumentan su valor comercial. Por ese motivo están protegidos; el titular de un dibujo o modelo industrial registrado goza del derecho exclusivo contra la copia no autorizada o la imitación del dibujo o modelo.

La protección se otorga normalmente por un período inicial de cinco años, tras el cual puede renovarse, en la mayoría de los casos, por un período de 15 años. Esta protección contribuye al desarrollo económico, fomentando la creatividad en los sectores industriales, así como en las artes y artesanías tradicionales. Contribuye asimismo a la promoción de productos más innovadores y atractivos desde el punto de vista de la estética.

Requisitos para el registro de Modelos industriales:

- a) Novedad. Para que un determinado objeto pueda ser solicitado como modelo industrial se requiere que éste sea nuevo. La novedad exigida en los modelos industriales es absoluta; es decir, que el objeto del mismo no haya sido divulgado, comercializado y/o registrado en ningún país del mundo.
- b) Originalidad. Todo modelo industrial debe ser original; es decir, que es fruto de un esfuerzo intelectual del autor y manifiesta una expresión personal de una visión.
- c) Utilidad Industrial. Para que una determinada creación de forma pueda ser solicitada como modelo industrial es necesario que pueda ser utilizable industrialmente.
- d) Modelabilidad. Para que una creación pueda ser protegida como modelo industrial, ha de reunir el requisito de modelabilidad; es decir, que la correspondiente creación

de forma ha de plasmarse en una obra originaria que pueda servir de tipo para la posterior obtención de múltiples ejemplares de la misma.

Requisitos para el registro de Dibujos industriales:

- a) Novedad. Es necesario que el dibujo industrial sea nuevo. La novedad exigida en los Dibujos Industriales es absoluta; es decir, que el objeto del mismo no haya sido divulgado, comercializado y/o registrado en ningún país del mundo.
- b) Originalidad. Todo dibujo industrial debe ser original. El concepto de originalidad ha sido definido y reiterado en numerosas sentencias dictadas por el Tribunal Supremo. Del contenido de éstas se extrae que se entenderá por original aquellos objetos que son fruto de un esfuerzo intelectual del autor, debiendo consistir en una expresión personal de una visión.

Diseños internacionales

El Diseño Internacional se enmarca en un sistema de Registro Internacional de Diseños para países que están integrados en el Arreglo de La Haya que comprende las Actas de 1934, 1960, 1967, Protocolo de Ginebra de 1975 y el Acta de Ginebra de 1999 (se puede ver la lista de miembros del Arreglo de La Haya en la página de la OMPI: <http://www.wipo.int/hague/members/index.html>). No puede utilizarse el sistema para proteger los diseños internacionales en otros países no miembros.

Con el Arreglo de La Haya se consigue la simplificación y unificación de una serie de trámites como serían el examen formal y la publicación, con objeto de obtener en cada uno de los países designados un registro con los mismos derechos y obligaciones que si se tratara de un diseño nacional. Con una única solicitud, en un único idioma y pagando una única tasa en francos suizos se puede obtener protección en multitud de países. Además esta protección se puede ampliar posteriormente a otros países miembros del sistema en cualquier momento por medio de una solicitud de extensión territorial. Es también destacable que un Registro Internacional de Diseños es más fácil de gestionar que varios diseños nacionales, tanto en caso de renovación como en cambios de titularidad o de representante. En resumen, es más sencillo obtener protección en otros países y también la gestión posterior de dicha protección.

El Registro Internacional tendrá un periodo de validez inicial de cinco años contados a partir de la fecha del Registro Internacional. El registro podrá renovarse por periodos adicionales de cinco años hasta completar el periodo establecido por cada legislación de cada Parte Contratante Designada.

Diseños comunitarios

Un dibujo o modelo comunitario es la apariencia exterior de un producto o de una parte del mismo que se deriva de líneas, contornos, colores, forma, textura, materiales y/o su ornamentación. El Dibujo o Modelo Comunitario despliega sus efectos en la totalidad del territorio de la Unión Europea. Tiene carácter unitario; sólo puede ser solicitado y, en su caso, concedido para todo el territorio de la Unión Europea.

El Diseño Comunitario registrado queda protegido en un principio durante un plazo de cinco años, renovables por periodos de cinco años hasta un máximo de 25 años, contados a partir de la fecha de solicitud.

Signos distintivos: marcas y nombres comerciales

Para la protección jurídica de los Signos Distintivos, la OEPM concede Marcas de productos o servicios y Nombres Comerciales. La duración de la protección conferida por los Signos Distintivos es de diez años a partir de la fecha del depósito de la solicitud y pueden ser renovados indefinidamente. Para el mantenimiento en vigor de los Signos Distintivos es preciso el pago de tasas.

Una marca es un título y un signo distintivo que identifica ciertos productos y servicios. El origen de las marcas se remonta a la antigüedad, cuando los artesanos reproducían sus firmas o “marcas” en sus productos. Una marca es cualquier combinación de palabras, letras, cifras, dibujos, imágenes, figuras, símbolos o incluso sonidos musicales. Una marca registrada ofrece protección a su titular garantizándole el derecho exclusivo a utilizarla para identificar productos o servicios, o a autorizar su utilización a terceros. El actual sistema de registro y protección de marcas ayuda a los consumidores a identificar y comprar productos con plena confianza, sobre la base de la reputación y calidad de productos indicadas por su marca exclusiva. Generalmente, una marca está protegida durante al menos siete años, y el período de protección puede renovarse indefinidamente previo pago de las tasas exigidas, siempre y cuando la marca siga utilizándose en relación con el producto en cuestión.

Un Nombre Comercial es un título que concede el derecho exclusivo a la utilización de cualquier signo o denominación como identificador de una empresa en el tráfico mercantil. Los nombres comerciales, como títulos de propiedad industrial, son independientes de los nombres de las sociedades inscritos en los Registros Mercantiles.

Marca internacional

La marca internacional se encuadra en un sistema de registro de marcas para países que están integrados en el Sistema de Madrid, y comprende dos tratados internacionales, el Arreglo de Madrid y el Protocolo de Madrid. No es una marca que sea registrable en todo el mundo, sino únicamente en los países integrados en el Sistema de Madrid que en la actualidad son 80, ya sea formando parte del Arreglo, del Protocolo o de los dos. También puede solicitarse una marca para protegerla en la Unión Europea por esta vía. No puede utilizarse el sistema para proteger la marca en otros países no miembros.

Con el Sistema de Madrid se consigue la simplificación y unificación de una serie de trámites como serían el examen formal y la publicación, con objeto de obtener en cada uno de los países designados un registro con los mismos derechos y obligaciones que si se tratara de una marca nacional. Con una única solicitud, en un único idioma y pagando una única tasa en francos suizos se puede obtener protección en multitud de países. Además esta protección se puede ampliar posteriormente a otros países miembros del sistema en cualquier momento por medio de una solicitud de extensión territorial. Es también destacable que la

marca internacional es más fácil de gestionar que varias marcas nacionales, dado que será objeto de una única renovación (el registro internacional tiene una duración de 10 años renovable cada 10 años) y también será más fácil registrar cambios de titularidad, representante o limitaciones en los productos o servicios. En resumen, es más sencillo obtener protección en otros países y también la gestión posterior de dicha protección. La marca internacional se registra por un periodo de 10 años. El registro podrá renovarse indefinidamente por periodos sucesivos de 10 años.

Marca comunitaria

Todos los signos que puedan ser objeto de una representación gráfica, en particular, las palabras, incluidos los nombres de personas, los dibujos, las letras, las cifras, la forma del producto o de su presentación, con la condición de que tales signos sean apropiados para distinguir los productos o los servicios de una empresa de los de otras empresas.

La marca comunitaria despliega sus efectos en la totalidad del territorio de la Unión Europea. Tiene carácter unitario; sólo puede ser solicitada y, en su caso, concedida para todo el territorio de la Unión Europea. La marca comunitaria se concederá por un periodo de 10 años contados a partir de la fecha de solicitud. El registro podrá renovarse indefinidamente por periodos sucesivos de 10 años.

Topografías de productos semiconductores

Los títulos de protección de topografías de productos semiconductores son la modalidad de propiedad industrial de más reciente aparición, y se refieren a los circuitos integrados electrónicos. Su fin es proteger el esquema de trazado de las distintas capas y elementos que componen el circuito integrado, su disposición tridimensional y sus interconexiones, lo que en definitiva constituye su "topografía".

La topografía de un producto semiconductor será objeto de protección en la medida que sea el resultado del esfuerzo intelectual de su inventor y no sea un producto corriente en la industria de semiconductores. La duración de la protección es de diez años, a partir del final del año en que se explota por primera vez en el mundo o se registra la topografía.

1.5.4 Requerimientos funcionales

La necesidad

En un sentido general, la necesidad es un componente básico del ser humano que afecta su comportamiento, porque siente la falta o necesidad de algo, material o inmaterial, para poder sobrevivir o sencillamente para estar mejor. Por tanto, la necesidad humana es el blanco al que apunta la mercadotecnia actual para cumplir una de sus principales funciones, que es la de identificar y satisfacer las necesidades existentes en el mercado. Por ello, se está en la obligación de conocer las necesidades existentes en el mercado meta, y para ello, se necesita partir de lo básico; es decir, conocer cuál es la "definición de necesidad".

Diversos expertos definen la necesidad:

- Según Philip Kotler y Gary Armstrong, la necesidad es "un estado de carencia percibida". Complementando ésta definición, los mencionados autores señalan que las necesidades humanas "incluyen necesidades físicas básicas de alimentos, ropa, calor y seguridad; necesidades sociales de pertenencia y afecto, y necesidades individuales de conocimiento y autoexpresión. Estas necesidades son un componente básico del ser humano".
- Laura Fisher y Jorge Espejo definen la necesidad como la "diferencia o discrepancia entre el estado real y el deseado".
- Para Richard L. Sandhusen, las necesidades son "estados de carencia física o mental".
- El Diccionario de Cultural S.A., presenta la siguiente definición de necesidad: "Objeto, servicio o recurso que es necesario para la supervivencia, bienestar o confort de una persona, del que es difícil substraerse".
- En un diccionario comercial la necesidad se define como la "percepción por parte de una persona de una falta o de un exceso de aquello que necesita. Es el origen psicológico y social del consumo".
- De forma similar, en la vigésimo segunda edición del diccionario de la Real Academia Española, en las primeras acepciones que se recogen de necesidad, ésta se define como "Impulso irresistible que hace que las causas obren infaliblemente en cierto sentido" ó "Carencia de las cosas que son menester para la conservación de la vida."

En síntesis, la definición de necesidad describe a este componente básico del ser humano como un "estado de carencia percibida que puede ser física (de alimento, abrigo, seguridad) o mental (de pertenencia, afecto conocimiento y autoexpresión) del que es difícil sustraerse porque genera una discrepancia entre el estado real (lo que es en un momento dado) y el deseado (que supone el objeto, servicio o recurso que se necesita para la supervivencia, bienestar o confort)".

Desde el punto de vista del diseño, podemos recurrir a la definición que hace Robert Tassinari de la necesidad como "insatisfacción que motiva la creación del producto". El proceso de diseño surge como consecuencia de las necesidades de los usuarios. Por lo tanto el descubrimiento o la percepción de una necesidad son la base para el inicio de un proyecto de ingeniería y la base para el inicio del desarrollo del proyecto de lanzamiento de un producto al mercado.

Se pueden distinguir tres clases de necesidades:

- La necesidad latente o manifestada: pertenece por lo general a las exigencias fundamentales del individuo. Como tal, su identificación se hace a través de la necesidad expresada. Por ejemplo, cuando el cliente hace un encargo.
- La necesidad identificada o implícita: la necesidad es detectada en el mercado a través de estudios de mercado, del comportamiento de los consumidores, de estadísticas de consumo, etc.
- La necesidad creada o provocada: se crea al usuario la necesidad de ese objeto. Es consecuencia del lanzamiento al mercado de un nuevo producto, normalmente como consecuencia de un avance tecnológico. Ejemplos: la televisión, el walkman, etc.

La necesidad depende de factores objetivos, que motivan la compra. Por lo tanto, es necesario buscar la naturaleza de las necesidades. Por su naturaleza, las necesidades se pueden clasificar en dos familias:

- Objetivas o cuantificables. Son las que se pueden cuantificar fácilmente, es decir, que se pueden evaluar cuantitativamente mediante el empleo de criterios o parámetros cuantificables. La necesidad objetiva toma en consideración nociones cuantificables como las prestaciones, las características, la ergonomía, la seguridad, la disponibilidad, la durabilidad, el mantenimiento, el volumen, el peso, etc. Un ejemplo de necesidad objetiva es la necesidad de conducir rápido. Esta necesidad se puede cuantificar mediante el parámetro velocidad expresado en Km/hora.
- Subjetivas u opinables. Son aquellas necesidades relacionadas con la satisfacción percibida por el usuario que se corresponden con funciones de estima y que por tanto son difíciles de cuantificar. Puede responder a nociones como la imagen de marca, la moda, el estilo de vida, el confort, el ocio, la estética, la clase, la originalidad, el ambiente, etc. Un ejemplo de necesidad subjetiva es la necesidad de poseer un producto de alta calidad.

En el campo industrial las necesidades que dan origen a un proyecto de ingeniería se detectan en las empresas fabricantes como consecuencia de:

- Una disminución de los beneficios o un descenso en las ventas de un producto.
- Un descenso de productos de la competencia de mayor calidad o de menor precio.
- La aparición de nuevos procesos de fabricación, nuevos sistemas o mejora de los existentes.
- Un aumento de las ventas o de los beneficios que aconseja abrir nuevos mercados, diversificar productos o crear otros nuevos.

Un proyecto es un problema real que debe resolverse también de forma real, con una solución única y optimizada. Para resolver un problema dos premisas son imprescindibles:

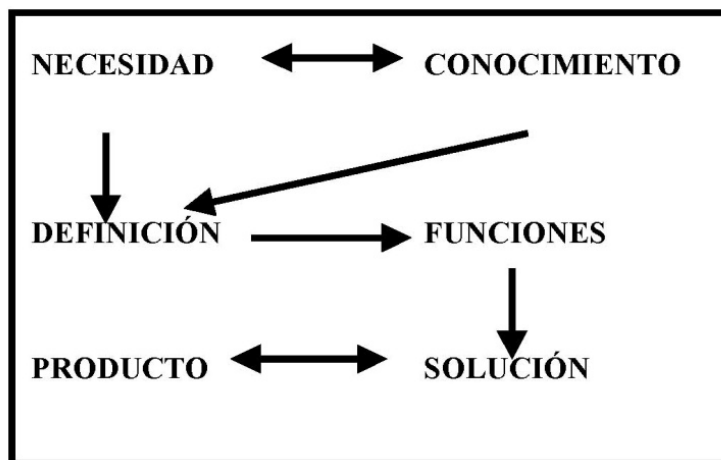
- Ser consciente de la existencia del problema.
- Conocerlo. Es decir, definirlo y concretarlo.

El desarrollo de un producto, supone también la realización de un proyecto. Pero dado que la empresa ha de desarrollar productos que repercutan en su beneficio integral, estos productos han de ser útiles para alguien, de forma que esté dispuesto a comprarlos; en definitiva la empresa ha de desarrollar proyectos sobre productos necesarios. Por tanto para poder realizar un proyecto, y concretamente para poder desarrollar un producto útil y rentable, el primer paso a dar es:

- Conocer la necesidad.
- Definir la necesidad.

El producto deseado por el cliente es la solución que satisface la necesidad definida. La definición de la necesidad se entiende como un conjunto de funciones a cumplir por la solución o producto, en el sentido amplio de la palabra, que formarán el pliego de condiciones funcional. El diseño y la realización de un producto u objeto que responda a las

funciones del pliego de condiciones satisfará la necesidad detectada. Con la descripción de las funciones quedará definido el producto y descrito su pliego de condiciones técnicas.



La expresión o formulación de la necesidad es muy importante. La necesidad es compleja. A lo largo del desarrollo de un proyecto para el lanzamiento de un producto, se irán sumando diferentes necesidades incorporadas por los sucesivos clientes que en el sentido más amplio va a tener este producto:

- Diseñador.
- Producción.
- Almacenaje.
- Disponibilidad de talleres.
- Embalaje.
- Imagen de empresa.
- Legislación.
- Etc.

Esta definición de la necesidad, dará lugar a la creación de las especificaciones y características que definen el producto que satisface la necesidad. Cada una de estas especificaciones se considerará una función a cumplir por el producto. Es decir, la creación de un producto según estas especificaciones, será la solución al problema. El conjunto de especificaciones que definen al producto constituye un documento básico y guía para su desarrollo. Este documento es el Pliego de Condiciones Funcional.

Un gran número de personas se ven implicadas en la cadena de estudio y de desarrollo de productos y es importante que todos se entiendan y tengan un perfecto conocimiento de la necesidad.

La calidad de un producto depende de su respuesta a la necesidad a satisfacer. Cuando se encuentra bien especificada, entonces será posible llevar a cabo la mejor elección de las soluciones satisfactorias y, si fuese necesario, seguir detalladamente la evolución de la necesidad, total o parcialmente, durante el desarrollo del producto.

Hay que recordar tres nociones fundamentales:

- Necesidad: insatisfacción que motiva la creación del producto (definición de necesidad).
- Función: formulación del producto a través de la necesidad (técnica análisis funcional).
- Producto: elemento concreto que responde a la necesidad a través del cumplimiento de las funciones (creación del producto).

Cuando se diseñan nuevos productos o se desea mejorar los ya existentes, se debe partir de los deseos del cliente (y de la empresa fabricante), convertirlos en necesidades del diseño (o especificaciones iniciales de diseño) y analizar qué funciones del futuro diseño podrían dar satisfacción a dichas necesidades. En ese momento es útil la técnica Análisis Funcional. Hacer un análisis funcional metódico, de tipo exhaustivo, otorga al producto un nivel de calidad funcional que lo coloca en el pelotón de cabeza de su categoría. El análisis funcional permite definir mejor la necesidad, adaptar mejor el producto a la necesidad, no olvidar nada a la hora del diseño y disminuir las modificaciones de puesta a punto. Todos los productos, cualesquiera que sean, pueden beneficiarse del análisis funcional para estar mejor concebidos y de esta manera mejorar su nivel de calidad.

El traductor dentro de la empresa de las necesidades del cliente es el departamento de Marketing, en alguna de sus diferentes versiones y denominaciones. Por tanto a este vamos a considerarlo como ente perceptor de la necesidad de un producto; necesidad que se puede entender como necesidad de uso. El primer agente que debe intervenir, ha de ser el cliente de uso, agente que garantiza la viabilidad del negocio, como consumidor del producto. Dentro de la empresa su representante es el Departamento de Marketing. Por tanto, el Pliego de Condiciones Funcional se iniciará con el Pliego de Condiciones de Marketing, donde se recogerá la necesidad detectada del cliente. Posteriormente se completará con las condiciones aportadas por las personas o estamentos que han de tener relación con el producto.

Tanto el pliego de condiciones de marketing, como las posteriores aportaciones del resto de los agentes, puede hacerse de forma intuitiva, o ajustándose a un método. Sin embargo, cualquier normativa de calidad, como en el caso de la ISO 9001, se exige trabajar de acuerdo a un método.

Marketing, como representante del cliente final, iniciará la definición del pliego de condiciones funcional, que describa las características del producto. Todos los entes de la empresa como clientes, en el sentido amplio deberán contribuir al complemento de dicho pliego funcional, de forma que, el trabajo de desarrollo, de lugar a un trabajo en equipo o que el trabajo de ingeniería de desarrollo se realice como un trabajo de ingeniería concurrente.

Pliego de condiciones de marketing

Comercial (Marketing) debe conocer las necesidades del mercado y por tanto debe conocer la necesidad de un producto que transmite a Ingeniería de Producto plasmado en un documento que podemos llamar "estudio básico" de necesidades que servirá para iniciar el estudio de un nuevo producto, denominado también pliego de condiciones de marketing.

Esta tarea de información debe realizarse con documentación escrita y a través de cauces establecidos en el Manual de Calidad. Esta máxima, de forma previamente normalizada, será la tónica de una empresa organizada y que trabaja de acuerdo a una norma de política de calidad total y que tiene o aspira a tener el registro de empresa "E.R."

El "Estudio básico" que debe realizar Marketing en colaboración con Ingeniería debe contemplar los siguientes aspectos:

- Descripción del producto y sus prestaciones.
- Razones por las que se considera una oportunidad su desarrollo (en aquellos casos en que se esté proponiendo el desarrollo de un nuevo producto que no vaya destinado a un cliente concreto).
- Relación con otros productos existentes en la empresa (con indicación de los subconjuntos o dispositivos aprovechables).
- Situación tecnológica de la competencia en este producto.
- Evaluación del mercado potencial. Sector del mercado al que va dirigido el producto.
- Principales dificultades previstas en su desarrollo.
- Fabricabilidad. Nuevas instalaciones necesarias. Nuevos utillajes necesarios.
- Reglamentos de seguridad de obligado cumplimiento; emitidos por las diferentes Administraciones nacionales y comprobados por las entidades de inspección y control reglamentario.
- Normas corporativas de cumplimiento voluntario para obtener una cualificación que nos ayude a posicionarnos en el mercado. Esta cualificación puede ser de tres tipos: Marca de Calidad, Certificación de Empresa y Certificación de productos. Estas cualificaciones pueden tener un carácter semioficial (tipo AENOR, AFNOR...) o ser totalmente particulares (por ejemplo de una asociación de consumidores). Es necesario conocer la cultura del lugar donde se desea vender.
- Normas de Calidad Interna, pertenecientes a la propia empresa fabricante, destinadas a la consecución de una calidad que podríamos considerar "Estándar" de esa empresa.
- También se contemplará un estudio económico y financiero que permita tomar la decisión sobre la continuidad o no del proyecto de desarrollo.
- Cualquier otro dato o estudio que pueda ser de utilidad en el desarrollo del diseño.

Robert Tassinari emplea de forma acertada el proverbio “No hay viento bueno para quien no tiene proa” para explicar la necesidad de tener bien definidos los objetivos. Las empresas ya no desarrollan sus márgenes especulando únicamente con la reducción de sus costes. Cada vez más buscan innovar sustituyendo sus viejos productos por nuevos productos perfectamente adaptados a la evoluciones del mercado. Actualmente, se identifican segmentos particulares gracias a estudios apropiados cuyas conclusiones se presentan en el pliego de condiciones de marketing. Hoy en día, las empresas están obligadas a definir los objetivos con gran exactitud. Como dice Robert Tassinari “El análisis funcional sólo puede llevarse a cabo de forma válida si se siguen objetivos bien definidos”. Cuando la empresa es subcontratante o cooperante, los objetivos son definidos por el que emite la orden, y en general, un pliego de condiciones más o menos detallado acompaña la solicitud de suministro. Sin embargo, cuando la empresa desarrolla su propio producto, ella misma debe definir los objetivos. La mayoría de las veces es necesario el estudio de mercado.

Robert Tassinari, considera tres metas principales que debe alcanzar el pliego de condiciones de marketing:

1. Explicar el acto de compra, es decir, las motivaciones del consumidor, que ayudarán a poder concluir si un producto será o no vendido.
2. Definir la distribución (venta) del producto. Es decir, cómo será vendido el producto
3. Evaluar la cantidad de producto vendido, es decir, intentar predecir cuántas unidades se venderán.

Para llevar a cabo todo esto, Marketing cuenta con diversas técnicas de estudio de mercado como pueden ser encuestas y sondeos, cuestionarios, entrevistas (a especialistas, organismos clave,...), test (test de emplazamiento, test de producto, test de mercado, test de precio,...), estudios (estudio de clientela, estudio de imagen, estudio del comportamiento de la compra, estudio de la red de distribución...), etc.

Análisis funcional

El Análisis Funcional es una técnica que, como su nombre indica, consiste en el análisis de las funciones que debe desempeñar un sistema para cumplir una serie de metas. Es decir, permite identificar las funciones que llevará a cabo el sistema a diseñar, las ordena, jerarquiza y descompone en subfunciones, de forma que se pueda conseguir que el sistema se comporte según los objetivos para los que fue concebido. Se consigue así un esquema en el que se muestran las actividades que el sistema realiza pero no cómo las realiza.

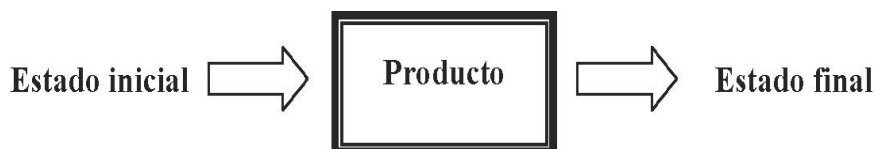
La definición de la palabra función está relacionada con las nociones de actividad, de acción, de servicio a prestar y de necesidad a satisfacer. La norma X 50-150 propone la siguiente definición: “acciones de un producto o de uno de sus componentes expresadas exclusivamente en términos de finalidad”. Luego, el Análisis Funcional examina esas funciones analizadas como una respuesta a necesidades o problemas detectados en el consumidor. Es decir, estudia la relación de adecuación o finalización entre el producto y las necesidades y problemas del cliente.

Existen diversas metodologías y técnicas denominadas de análisis funcional para identificar las funciones del producto que se va a diseñar. Algunas de estas técnicas son: el Método Red, los Gráficos de productos, el Método Fast. Mediante estas técnicas de Análisis funcional se consigue garantizar que, cuando a continuación se diseñan aquellos mecanismos y sistemas que puedan desempeñar las funciones ideadas, el producto no contenga ningún mecanismo innecesario que no cumpla una función concreta predefinida, y que ninguna función predefinida exista si no responde a una necesidad del usuario o de la empresa fabricante.

El Análisis Funcional es útil fundamentalmente en 2 ámbitos:

- En el diseño conceptual de productos nuevos.
- Como complemento a otros métodos de mayor alcance, normalmente empleados en rediseño de productos (análisis de valor...).

El enfoque visual del Análisis Funcional consiste en considerar el producto como una caja negra (es decir, un elemento de que se desconoce lo que contiene) que se encarga de transformar un estado inicial en un estado final.



El objetivo es dilucidar qué acciones se deben llevar a cabo dentro de la caja negra para poder transformar el estado inicial en el estado final. En productos como los electrodomésticos el proceso está muy claro. Una tostadora, por ejemplo, es un producto que transforma un estado inicial (pan natural) en uno final (pan tostado). Dentro de la caja negra hay una serie de funciones que posibilitan esa transformación. En otros productos el proceso o los estados inicial y final quizá no están tan claros, pero existen.

Para el desarrollo de la técnica Análisis Funcional, lo primero de todo, es definir las necesidades. Una vez que se tiene claro el propósito del producto, es preciso formular las funciones que debe cumplir. Primero se debe detectar cuál es la misión o función global del producto o componente. A ésta también se le denomina función principal, y debe expresarse en una oración sencilla pero completa. En productos muy sencillos, sólo existirá una única función, pero lo normal es que además existan muchas otras funciones. El siguiente paso será, por tanto, determinar las funciones secundarias o terciarias si existen. Por otra parte se debe conocer la relación o interacción positiva o negativa que existe entre las funciones, ya que el desarrollo posterior del producto nos puede conducir a soluciones, en las que, debido a dichas interacciones, sea imposible dar respuesta a todas las funciones del pliego de condiciones y sea necesario elegir en función de la prioridad. Así mismo, en caso de modificaciones de diseño para variar las prestaciones de alguna de las funciones, se deberá conocer sobre qué otras funciones influirán dichas modificaciones. Esta relación suele expresarse en forma de árbol de funciones o de diagrama de funciones.

La designación de una función debe ser exacta a fin de evitar cualquier error de interpretación y además precisa. Es recomendable usar un verbo y un complemento, por ejemplo: resistir la corrosión. Además de designar la función, hay que caracterizarla, es decir, incluir las características que, ante todo, serán relacionadas en el pliego de condiciones funcional:

- Número de orden.
- Designación de la función.
- Coeficiente de importancia.
- Uno o varios criterios de valoración de la función.
- Nivel de valoración de este criterio.
- Flexibilidad admisible de este nivel (tolerancia que permita cambiar los valores dentro de una gama preestablecida).
- Clase de flexibilidad (define la flexibilidad según el nivel de negociación posible).

Las funciones se pueden clasificar según su importancia:

- Funciones principales o fundamentales. Son las que aportan la utilidad principal del producto y que es la principal y más importante para el usuario. Es decir, es la razón de la existencia del producto. La pregunta que define esta función es ¿Qué busca el cliente de este objeto? El cumplimiento de la función principal llevará implícito el cumplimiento de otras funciones auxiliares.
- Funciones auxiliares. La función principal se subdivide en funciones auxiliares o secundarias. Es decir, una función auxiliar sólo existe para permitir que se realice una función principal, o bien para complementarla o mejorarla, aportando valor añadido al producto. Es en estas funciones donde es más fácil realizar eliminaciones, sustituciones o innovaciones, ya que se presentan como consecuencia de concretar la función principal. Por ejemplo: un mechero, además de dar lumbre, debe satisfacer las siguientes funciones complementarias: no manchar los bolsillos, no desprender malos olores, tener buena apariencia, etc.
- Funciones innecesarias y/o perjudiciales.

Clasificación de las funciones según el tipo de prestación:

- Funciones técnicas: son las que responden a las especificaciones de utilización de un objeto, técnica o económicamente. En estas funciones se exige calidad, fiabilidad (nivel de prestaciones garantizado durante un cierto periodo), eficiencia en el uso de los factores empleados, etc. Son las funciones internas del producto que resultan de un tipo de diseño determinado. En el momento del análisis funcional de un producto nuevo, la identificación de este tipo de funciones no es posible, ya que todavía no se conocen las soluciones que se adoptarán. En cambio, para un producto existente, es casi siempre necesario identificarlas.
- Funciones de uso o manejo: permiten al usuario manejar el producto de manera que pueda obtener de él las funciones técnicas esperadas.
- Funciones de seguridad: el manejo o empleo del producto no debe indicar riesgos, por lo que se deben incorporar funciones destinadas a minimizarlos o eliminarlos.
- Funciones de imagen, de estética, de efecto psicológico o funciones de estima: responden a la satisfacción de necesidades de tipo subjetivo generadas por modas o tendencias de gusto en la sociedad o sus grupos y tienen en cuenta aspectos tan diversos como las formas, los colores, los perfumes, textura, etc. Describen características exteriores que no dependen del cumplimiento técnico o de la manipulación del objeto, pero deseadas por el cliente. El diseño de un producto debe permitir la obtención de las funciones técnicas, de uso y de imagen o estimación.

Por otro lado, se considera que requisitos son “los condicionantes que debe cumplir el producto para que éste realice adecuadamente las funciones para las que fue creado”. Se clasifican en:

- Requisitos técnicos. Se denominan así, aquellas exigencias derivadas de su condición estructural (pasivas) y de los elementos dinámicos o cinemáticos integrados (activas).
- Requisitos ergonómicos. Son los que se derivan de la intervención de los usuarios en la manipulación o disfrute del producto.

- Requisitos estéticos. Son los que se derivan de las consideraciones estético-formales.
- Requisitos de uso. Se derivan de la alimentación y mantenimiento del producto durante su vida útil.
- Requisitos medioambientales. Se derivan del impacto del producto en el Medio Ambiente, durante su vida útil y al finalizar ésta (destrucción o reciclaje).
- Limitaciones. Resultan de una limitación en el diseño de un producto. Las limitaciones tienen como orígenes más frecuentes: el entorno, la tecnología, la consideración de algunas insatisfacciones mayores y los reglamentos y normas.

A la hora de llevar a cabo el análisis funcional, no es suficiente con considerar el Pliego de Condiciones de Marketing (PCM), sino que éste debe ser completado. La dirección de la empresa debe definir los objetivos; en especial los de calidad, de coste y de plazos. La ficha de programa debe contener entre otras cosas:

- La lista de las funciones principales extraídas del PCM
- El objetivo de nivel de calidad
- Las grandes opciones estratégicas elegidas
- Los objetivos de algunas prestaciones
- La lista de las invariantes
- La duración de la vida industrial (programa, planificación)
- El presupuesto para el estudio y desarrollo
- El coste de fabricación deseado
- La política de colaboración o de subcontratación
- Etc.

Ventajas del Análisis Funcional:

- Ofrece una visión global del producto o servicio que se va a diseñar.
- Libera la mente de prejuicios respecto al diseño a desarrollar. Identifica las subfunciones más necesitadas de diseño y las subfunciones que pueden permanecer sin modificaciones.
- Se definen las funciones que desarrollará el producto directamente a partir de las necesidades identificadas, antes de definir ningún mecanismo físico. De esta forma no se toman decisiones precipitadas y no se incluye ningún subsistema físico que no cumpla una determinada función.
- Divide el problema a resolver en subproblemas, lo que permite abordar el diseño del futuro producto por partes.
- Permite el cambio de enfoque, da pie a la solución creativa para cada subfunción, permite alejarse de las soluciones físicas ya conocidas. El análisis funcional es el paso previo a diversas técnicas y métodos de creatividad como los cuadros morfológicos, TRIZ, etc. y a metodologías de diseño como el QFD y el Análisis de Valor entre otros.

El análisis funcional no es un fin en sí mismo, sino una etapa en el proceso de diseño o de modificación de un producto. Diversos métodos de diseño incorporan el análisis funcional:

- El análisis de valor.
- El diseño según un coste objetivo.
- El diseño según el coste global.
- El método AMFEC.
- Los estudios de fiabilidad.
- La normalización.
- La garantía de la calidad en el diseño.

Existen además otros procesos que utilizan el análisis funcional con éxito. Este es el caso, por ejemplo, de la elaboración de un manual de usuario, una guía de mantenimiento, un problema de organización o de gestión de personal, un problema de implantación de materiales, de circulación urbana, de distribución de espacios, etc.

Pliego de condiciones funcional

El Pliego de Condiciones Funcional (PCF) no impone ninguna solución; es simplemente la expresión funcional de la necesidad. Da forma al análisis funcional; expresa la necesidad en términos de resultado sin aludir a las soluciones, con el fin de dejar una gran libertad a los diseñadores, cuyo trabajo consiste precisamente en encontrar las soluciones necesarias para la obtención de la mejor relación calidad/coste.

El PCF es el documento que manifiesta la necesidad en términos de funciones detalladas y caracterizadas. Es el documento de trabajo y de referencia del departamento de proyectos. Poco importan las soluciones que se adopten, ya que el PCF no cambiará por esto. Sólo se puede modificar el PCF si se modifica la necesidad y, en consecuencia, la ficha de programa.

Es conveniente clasificar las funciones por categorías:

1. Funciones principales de servicio, de uso o de estima.
2. Funciones complementarias.
3. Restricciones debidas al entorno.
4. Restricciones debidas a la reglamentación, a las normas, a las invariantes.

El PCF puede jugar un papel en dos circunstancias importantes:

1. En el interior de la empresa.
2. Entre un cliente y un proveedor o entre un mando y un colaborador.

Las principales ventajas del PCF son las siguientes:

1. Precisar la necesidad.
2. Expresar la solicitud.
3. Facilitar la innovación por falta de soluciones impuestas.
4. Constituir una referencia entre interlocutores.
5. Suministrar un marco de respuesta para una licitación.
6. Servir de base para el establecimiento del pliego de condiciones general.
7. Facilitar la redacción de una solicitud de patente.

El conocimiento de la necesidad, es el primer paso para el inicio de un negocio de acuerdo con los principios constantemente repetidos de:

- ◆ **Para resolver un problema, hay que conocer su existencia.**
- ◆ **Para resolver un problema hay que definirlo y acotarlo**

Por tanto a continuación habrá que definir en qué consiste esta necesidad, como ya se ha explicado anteriormente, esto dará lugar a la creación de las especificaciones y características que han de definir el producto que satisface tal necesidad. Cada una de estas especificaciones se entenderá como una función a cumplir por dicho producto. El conjunto de especificaciones que definen al producto constituye este documento básico.

El producto definido por el pliego de condiciones ha de satisfacer a todos sus clientes, en el sentido más amplio. Por tanto todos los agentes que participan en la creación, detección y análisis de la necesidad, serán también agentes y deberán participar en la creación del pliego de condiciones funcional, si bien su participación no coincidirá en el tiempo, sino que sus condiciones tienen que ir incorporándose a lo largo del proceso de desarrollo. Como ya se ha mencionado anteriormente, el primer agente que debe de intervenir, ha de ser el cliente de uso, agente que garantiza la viabilidad del negocio, como consumidor del producto. Dentro de la empresa su representante es el departamento de marketing, que antes del PCF elabora el PCM.

Cualquier normativa de calidad, y desde luego la ISO 9001, o sus equivalentes nos exigirán el trabajar de acuerdo a un método para elaborar estos documentos. Voy a describir y utilizar el Método Red descrito por el Ingeniero Robert Tassinari.

Configurado el pliego de condiciones funcional y diseñando elementos que den respuesta a estas funciones tendremos definido el producto.

Método RED

Este método, pretende crear una herramienta capaz de extenderse a todos los campos que influyen sobre el producto, o que son influidos por éste. La palabra RED se utiliza en el sentido de una red de espías, repartidos a conciencia por todo el territorio, con el fin de recoger y transmitir toda la información o en el sentido de las mallas de una red de pescadores. También como el método que permite identificar de forma exhaustiva y en un tiempo mínimo las funciones a cumplir por el producto. Posteriormente, hay que analizar, cuantificar, valorar y priorizar la información recogida. El método como tal, comprende varios apartados que deberán contemplarse en todas o en algunas de las etapas de generación y definición de funciones:

1. Búsqueda intuitiva. Es la primera etapa de aplicación del método RED, etapa que, por otra parte, es el trabajo desarrollado por un equipo que trabaje sin método. A base de las correspondientes sesiones con métodos creativos de aportación de ideas, se definen todas las especificaciones básicas, más inmediatas del producto. Son las siguientes:

- **OBJETIVOS**
- **DOCUMENTACIÓN**
- **FUNCIONES**
- **CRÍTICA**
- **DEFINICIÓN:**
 - **CRITERIOS**
 - **NIVELES**
 - **TOLERANCIAS**
 - **IMPORTANCIA**
 - **MÉTODOS DE MEDIDA**
- **PLIEGO DE CONDICIONES
FUNCIONAL (PROVISIONAL)**

En esta primera etapa, pueden quedar definidas el 60% de las funciones.

2. Ciclo vital y entorno. Esta segunda etapa también se lleva a cabo por un equipo de trabajo, el cual define el ciclo vital, identifica elementos del entorno interior y exterior, establece los límites del entorno, funciones de adaptación, funciones de interacción.
3. Análisis secuencial de los elementos funcionales. Partiendo del ciclo vital se definen las gamas de operaciones, gráfico de secuencias, relación entre funciones y secuencias.
4. Movimientos y fuerzas. Partiendo del ciclo vital se define el entorno, se identifica los elementos y conjuntos (generadores, transmisores y receptores), se identifica movimientos (genero, amplitud...), se identifican los esfuerzos (acción, reacción,...), se genera el diagrama de flujo y se definen las funciones.
5. Productos de referencia. Se toma como ayuda para el diseño componentes de productos similares de producción propia caso de que se tuvieran. También productos similares de la competencia. Se analiza el entorno interno, externo, la propiedad industrial, catálogos de la competencia, benchmarking.
6. Normas y reglamentos. Se recopilan y analizan las directrices europeas, reglamentos, normativa nacional, normativa de mínimos, normativa de seguridad, normativa medioambiental y otros.

El documento EDP (Especificaciones de Desarrollo del Producto)

Según el autor al que nos referimos, se le da un nombre diferente a este documento, clave para el diseño y desarrollo del producto, y varía el concepto y contenido. Así, Robert Tassinari, distingue dos documentos clave, el pliego de condiciones de marketing y el pliego de condiciones funcional, anteriormente descritos. Ambos documentos se complementan, aportando toda la información necesaria. Sin embargo, otros autores como Jorge Sanz Adán, hablan de Documento de Especificaciones de Desarrollo de producto, en el cual está detallada de forma clara y concisa toda la información que aparece en los otros dos documentos.

El EDP es el documento que define los elementos, factores y limitaciones del artefacto a diseñar, antes de comenzar la fase creativa, controlando toda la actividad de diseño. Permite al equipo de diseño conocer qué tipo de producto está diseñando, para quién, qué características son las más adecuadas, etc. Es decir, estas especificaciones son la base de referencia.

El EDP debe ser realista y contener las restricciones impuestas por la empresa o por el mercado al diseño; no obstante, evitará conducir el diseño de tal forma que prediga el resultado. Se trata de un documento de control que debe ser usado como esquema de diseño de un producto concreto y que además es útil para el diseño de otros productos posteriores. Por lo tanto, debe estar escrito en forma clara y precisa. Naturalmente, es un documento vivo en el que se pueden introducir modificaciones acordadas entre diseñador y cliente o usuario final del producto.

Como ayuda para que el diseñador recoja en este documento la mayor parte de los requisitos necesarios a exigir al producto, es conveniente recurrir a técnicas para la afloración de ideas antes comentadas. En este caso además del brainstorming se proponen:

- La lista de especificaciones del Instituto de Ingenieros de Producción de Gran Bretaña: Este instituto desarrolló ya en 1984 una guía para confeccionar el EDP, guía que sigue siendo útil en la actualidad. Consta de los siguientes apartados:

- Funcionalidad. Es necesario un listado de aquellas funciones que debe de cumplir el producto y la cuantificación de las mismas de forma realista. Función a cumplir por un producto es aquella acción característica del mismo que cubre las necesidades básicas o expectativas del usuario.
- Entorno. El medio ambiente en que se ha de desenvolver ha de ser totalmente definido. Entendemos por medio ambiente el conjunto de condiciones externas en que debe trabajar el producto.
Por ejemplo: Condiciones de temperatura, condiciones de presión, condiciones de humedad, condiciones de suciedad, ambiente corrosivo, golpes, ruido, aislamiento eléctrico, etc.
- Vida útil del producto. Las expectativas del ciclo de vida del producto y de vida de una unidad concreta deben ser definidas antes de iniciar el diseño.
- Vida del producto. Estimación del tiempo en que el producto será requerido por los clientes.

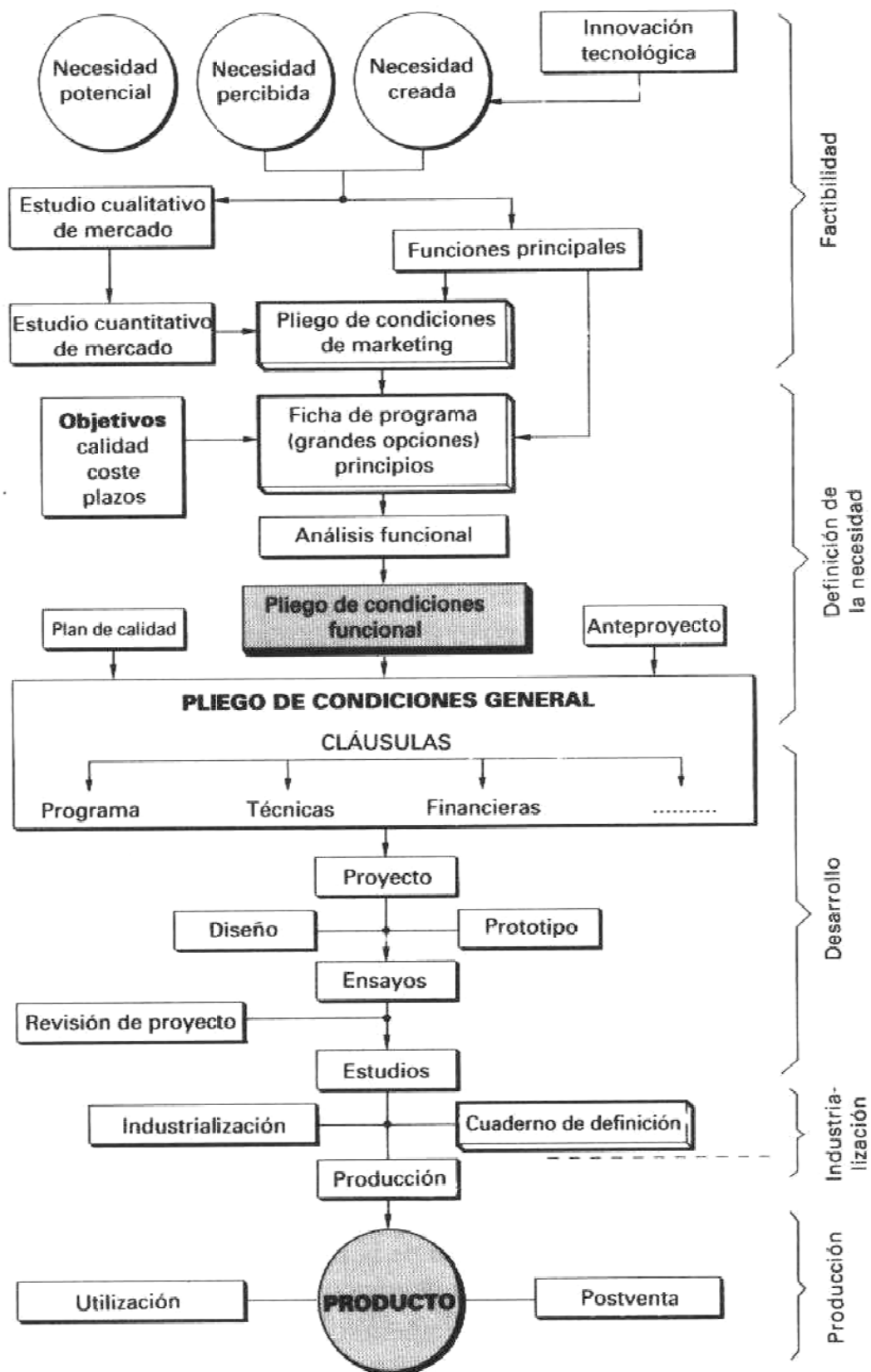
- Mantenimiento. Deben definirse los modelos de distribución del producto, de los recambios y la necesidad o posibilidad de mantenimiento. Estos condicionantes influyen de manera directa sobre el diseño.
- Coste del producto. Es indispensable conocer el costo del producto final aceptable para el mercado y por tanto en la mente del diseñador debe de existir esta posible limitación. Costes de diseño, de producción, de distribución, etc.
- Competencia. En un análisis detallado de posibilidades de mercado debe incluirse un estudio completo de la competencia. Competencia actual con la que tendrá que competir nuestro producto. Competencia futura que influirá sobre la vida del mismo y sobre los precios. Competencia ya extinguida que nos servirá de información técnica.
- Distribución. El diseñador debe conocer la forma en que el producto llegará al cliente. Venta al por mayor, venta al detalle, directamente al usuario. Tipo de transporte.
- Embalaje. Cantidad, protecciones.
- Cantidad. La cantidad a vender es elemento determinante en el diseño ya que influye en el tipo de materiales a utilizar y en las instalaciones para su producción.
- Facilidad de fabricación. Estudiar si sirven las instalaciones disponibles o es necesario diseñar una nueva línea de producción.
- Tamaño. Dimensiones y forma externa para su implantación en un conjunto superior. Dimensión y forma para el transporte.
- Peso. Determinar limitaciones.
- Estética. La estética en algunos productos no es importante. En otros es fundamental.
- Materiales. Limitaciones como peso, volumen o precio.
- Normas y especificaciones. Antes de iniciar el diseño debemos conocer si existen reglamentos o normas que obligan a fabricar bajo algunas condiciones de estandarización. Algo similar ocurre al buscar componentes para nuestro diseño.
- Ergonomía. Deben conocerse las situaciones producto - persona usuaria.
- Consumidor. Información sobre gustos y preferencia de los posibles futuros usuarios.
- Calidad y fiabilidad. Las áreas de riesgo deben identificarse e incorporarse al documento PDS para intentar minimizar dichos riesgos en el diseño.
- Tiempo de almacenaje. Hay productos cuya venta se produce después de un periodo de almacenamiento en almacenes de la cadena de distribución y venta. Debe conocerse este factor para un correcto diseño.
- Procesos. Función de las instalaciones productivas.
- Planificación. Debe establecerse un calendario de desarrollo con fijación de tiempos para etapas intermedias.
- Verificación. Todo producto requiere una serie de ensayos para comprobar que cumple las especificaciones previamente establecida. El PDS debe de incorporar una relación de ensayos a realizar perfectamente definida.
- Seguridad. Deben considerarse todos los aspectos que conciernen a la seguridad del diseño. Tanto los que corresponden a la seguridad de los usuarios como a la seguridad de servicio. Han de definirse e incluirse en el

PDS los componentes críticos o cotas o acabados críticos. Elementos críticos son aquellos que influyen en la seguridad del producto. Estos elementos se estudiarán de forma especial.

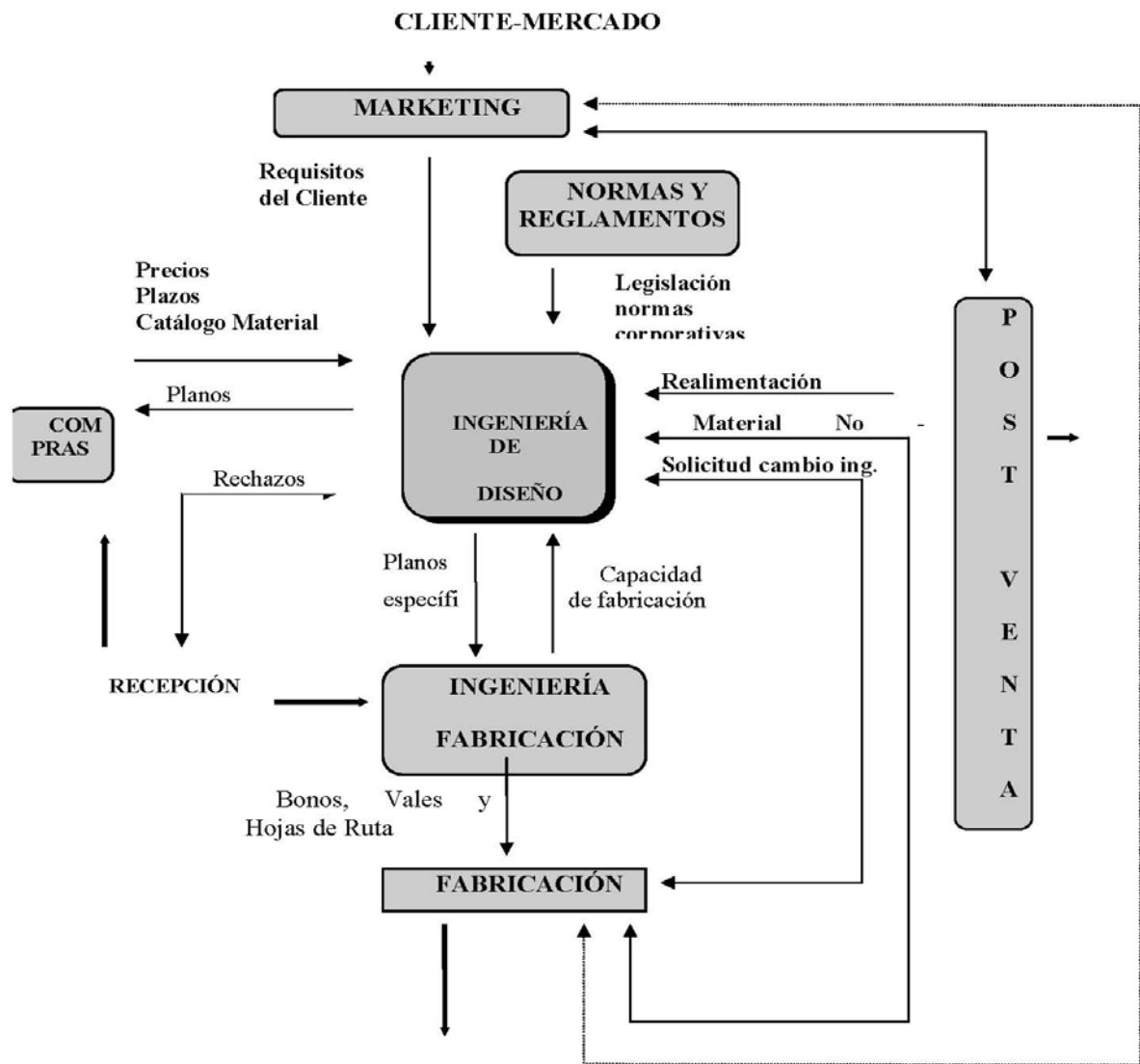
Es obligatorio suministrar instrucciones precisas tanto en los procesos de producción como en los manuales de uso y mantenimiento del producto.

- Restricciones de empresa. Las limitaciones existentes en la empresa deben detallarse claramente en el PDS, tales como política de inversiones de equipos o plantas de producción, facilidades de mecanización, soporte financiero, etc.
- Restricciones de mercado. Deben de conocerse y detallarse los condicionamientos del cliente o mercado en general, incluso los que no afecten a la definición funcional del producto.
- Patentes, bibliografía y productos afines. Antes de iniciar el diseño deberá conocerse las patentes existentes sobre productos similares. Es muy importante, para las repercusiones económicas negativas, no incurrir en infracciones de la propiedad industrial.
- Implicaciones sociopolíticas.
- Legislación. Puede influir negativamente en el negocio que con el mismo se pretende conseguir. La legislación actual y prevista es un documento fundamental del PDS.
- Residuos y reciclaje.

- El método RED del producto adecuado de Robert Tasinari. Este es un método organizado con el cual se pretende considerar todos los campos que influyen sobre el producto o son influidos por este, para poder preparar un pliego de condiciones funcional PCF, o un cuaderno de especificaciones del producto EDP. Ya se ha especificado en qué consiste anteriormente, así como sus puntos a desarrollar.



IS



Esquema diseño y desarrollo producto

1.5.5 Proceso de diseño: creatividad e invención

El diseño de ingeniería puede describirse como el proceso de aplicar diversas técnicas y principios científicos, con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización. Es importante destacar el hecho de que es un proceso, que debe ir encaminado a cubrir cierta necesidad.

El proceso de diseño, también se puede definir como una guía general de los pasos que pueden seguirse para dar al ingeniero, cierto grado de dirección para la solución de problemas. Los diseñadores emplean un gran número de combinaciones de pasos y procedimientos de diseño. El seguir las reglas estrictas del diseño, no asegura el éxito del proyecto y, aún, puede inhibir al diseñador hasta el punto de restringir su libre imaginación.

A pesar de esto, se cree que el empleo de un proceso de diseño es un medio efectivo para proporcionar resultados organizados y útiles.

El diseño, por lo tanto, es un ejercicio de creatividad e innovación aplicadas en el que se integran numerosos métodos y disciplinas, donde es innegable el papel fundamental que juega la experiencia del diseñador. Además, el proceso de diseño y sus posibles implicaciones, no se acaban en la fabricación y el montaje sino que se extienden a lo largo del ciclo de vida del producto. Debe recalcar, que el proceso de diseño no es lineal y una de sus características fundamentales, es su obligada interactividad entre sus diversas partes.

Los conocimientos necesarios para llevar a cabo el proceso de diseño, se pueden agrupar en los siguientes grupos:

- Conceptos fundamentales de diseño.
- Criterios y especificaciones para pasar de objetivos cualitativos a objetivos cuantitativos.
- Herramientas teóricas (métodos matemáticos).
- Datos de prontuarios y normativa.
- Consideraciones prácticas aprendidas con la experiencia.
- Procedimientos y formas de pensar y enjuiciar los problemas.

Los pensadores creativos se distinguen por su capacidad y habilidad para sintetizar nuevas combinaciones de ideas y conceptos para conseguir formas nuevas. La creatividad del Ingeniero está más ligada al ingenio o inventiva para crear ideas nuevas, que a la investigación.

Existe una creencia popular de que la creatividad, la aparición de ideas nuevas o de procesos nuevos, es espontánea, nace en una feliz idea que en un momento tiene el investigador. Sin embargo, ya en 1976, estudios realizados sobre el proceso creativo por E. Raudsepp demostraron que la mayor parte de las ideas creativas se producen después de un largo, lento y deliberado proceso que se alimenta y enriquece a base de estudios y ensayos, y practica de ideas iniciales.

Todos nacemos con un cierto grado de creatividad que debe madurarse con una educación teórica y técnica, que forma el acervo de conocimientos del proyectista diseñador o Know-How. Una característica típica del proceso de desarrollo del producto, es que inicialmente la idea es sólo una solución imperfecta o poco conocida; sólo se perciben aspectos parciales de la solución final que el propio proceso creativo hace evolucionar hasta una solución o producto concreto y detallado.

Para que el proceso creativo sea eficiente el diseñador ha de poseer un conjunto de características, que de forma no exhaustiva se exponen:

1. Desarrollar una actitud creativa. Creer en la capacidad para resolverlo. Confiar en que las primeras ideas pueden evolucionar hasta encontrar una solución.
2. Disponer de una imaginación abierta. La mente del diseñador debe de ser como la del niño y preguntar siempre por qué y qué para sí. Se han desarrollado juegos para abrir la imaginación, despertar y aumentar el poder de observación.

3. Ser persistente. Algunas pocas veces la solución a un problema se presenta como un fogonazo que ilumina la mente del diseñador. La mayoría de las veces la solución es fruto de un trabajo persistente. Se cuenta que Edison probó 6.000 materiales antes de tener éxito con el filamento de la lámpara eléctrica.
4. Mente abierta. Receptiva a todas las ideas y sugerencias sea cual sea la fuente de origen.
5. Aplazar el juicio. Hemos visto que las ideas creativas se desarrollan lentamente pero nada retrasa más un desarrollo que una actitud crítica con una idea emergente. Toda idea debe estudiarse.
6. Delimitar los problemas. La delimitación y acotación de los problemas es un camino óptimo para la definición del mismo.

La creatividad del diseñador puede ser libre y sin sujetarse a ninguna restricción, pero como ya se ha señalado es conveniente ajustarse a métodos de trabajo que consigan que la misma pueda ser más eficaz y que le ayuden a explicar las ideas o conocimientos que tiene en su interior. Es la fase en la que más influye la creatividad del ingeniero o del diseñador. Podemos citar entre otros métodos y técnicas:

- Brainstorming. El Brainstorming o tormenta de ideas es un método para generar ideas relacionadas con el problema que se quiere resolver o con el producto que se quiere inventar o diseñar. Naturalmente para aplicar este método de trabajo se necesita un grupo de trabajo que normalmente está compuesto por varias personas pertenecientes al grupo de diseño al que se ha encargado la resolución del problema y por personas ajenas a dicho grupo.

Es un método para conseguir de forma rápida un elevado número de ideas las cuales, posteriormente serán examinadas y criticadas para estudiar la adecuación de las mismas a la resolución del problema buscado. Inicialmente, con el método de Brainstorming solo queremos ideas. Pueden ser útiles, o no serlo.

El proceso de Brainstorming debe de estar sujeto a las siguientes reglas:

1. No hay crítica. Las ideas se lanzan, se anotan, se aceptan y no se estudian en esta fase. En esta fase se necesitan ideas.
2. Idea fuente de ideas. Todas las participaciones deben de recibir la idea e intentar aportar nuevas ideas relacionadas con la primitiva.
3. Aceptación de ideas. Todos los participantes deben asimilar cualquier idea, venga de donde venga y aceptarla como suya.
4. Acumulación de ideas. El objetivo es acumular muchas ideas en poco tiempo. Durante el proceso de generación de ideas puede ayudar a crear nuevas ideas el trabajar con las ya expuestas e intentar realizar operaciones de:
 - Combinación.
 - Que se puede conseguir combinando propuestas.
 - Substitución.
 - Qué más.
 - Quien más.
 - Qué ocurriría en otro lugar.
 - Qué ocurriría en otro tiempo.

- Modificación.
- ¿Qué añadir?
- ¿Qué quitar?
- ¿Qué cambiar?
- Eliminación.
- ¿Es necesario?
- Otro uso.
- ¿Se puede utilizar para algo diferente?

• Analogías. La analogía es una de las técnicas más conocidas, para la estimulación de la creatividad y la generación de ideas. Consiste en la búsqueda de soluciones a problemas, basando la posible solución en la aplicación de una similitud establecida como respuesta satisfactoria en otros casos.

Esta consiste en observar sistemas, aplicaciones u objetos, que al menos tengan una característica en común con el que se desea diseñar, obviamente esto constituye un punto de partida que nos aportará ideas. Con esta técnica se pretende aprovechar las características y/o soluciones adoptadas con anterioridad en un determinado producto para aplicarlas al diseño a realizar.

• Sinéctica. La sinéctica es una técnica de búsqueda de ideas o de solución de problemas por analogía. En nuestro caso un método de diseño de producto por analogía con productos o pensamientos conocidos. No es un método contrapuesto al brainstorming, sino un método complementario. Se puede aplicar el brainstorming cuando estamos buscando analogías y viceversa.

La forma de trabajo consiste en buscar analogías entre la idea y la necesidad del problema a resolver. Buscar algo que ya exista o que nos imaginemos para dar solución similar a nuestro producto. Estas analogías pueden ser:

1. Analogías directas. Normalmente basadas en sistemas biológicos y en los principios físicos.
2. Analogías personales. El diseñador imagina cómo le gustaría a él que fuera la solución buscada.
3. Analogía simbólica. Árboles de decisión.
4. Analogía fantástica. Dejamos rodar la imaginación para describir productos que en el momento actual no existan.

• Lista de preguntas. Esta técnica se creó basándose en la idea de que “la pregunta es la más creativa de las conductas humanas”. Esta técnica consiste en plantear un conjunto fundamental de preguntas que se usan ante cualquier problema para formular todos los enfoques que sean posibles y, así, abrir la perspectiva que tenemos del tema.

• Cuadros morfológicos. Es una técnica sistemática, en la que se pretende obtener una matriz o cuadro morfológico donde se enumeran en la primera columna las funciones, atributos o variables fundamentales del objeto a diseñar y en las siguientes columnas, se relacionan todas las posibles alternativas o soluciones de cada una de las funciones. A la hora de construir la matriz, hay que tener presentes dos

consideraciones: cada función o atributo ha de ser esencial e independiente del resto y el número de funciones no puede ser elevado si se pretende que el método sea operativo.

Se caracteriza por ser de bajo costo y corto tiempo de desarrollo. Se ejecuta en tres fases, en la primera se analiza el problema o idea, en la segunda se crea una matriz, y en la tercera se relaciona cada función con cada solución.

Es una técnica ampliamente utilizada para la solución de problemas de ingeniería. Es de difícil aplicación en problemas indefinidos e ilimitados, por lo que su uso se restringe a problemas con fases claras y soluciones conocidas.

- Relación de atributos. Técnica de desencadenamiento de nuevas ideas por división del problema en sus partes más importantes y de análisis de sus atributos. Puede realizarlo una sola persona o un equipo heterogéneo. Esta técnica requiere enumerar los principales atributos de un producto existente y después de modificar cada uno de ellos en la búsqueda de un producto mejorado.

Después de generar esa cantidad de ideas que conducen a soluciones alternativas, cuya materialización total es imposible por falta de tiempo, de capacidad humana o por falta de medios económicos o rentabilidad, en este momento, a la capacidad creadora del diseñador debe sustituir su capacidad de selección para continuar sólo en una pequeña parte de las ideas emergentes, sobre las que se seguirá trabajando.

La experiencia y el conocimiento, los cálculos rápidos, deben permitir realizar un primer tamizado de las ideas emergentes después de las correspondientes sesiones de trabajo para generarlas. Pero después de este primer tamizado, quedarán presentes ideas o soluciones posibles, cuya selección será más complicada, y en algunos casos no podrá tomarse la decisión con criterio hasta después de haber avanzado el desarrollo de detalle de las ideas que se están estudiando. La habilidad del diseñador será más eficiente si recurre a métodos para la selección que le ayuden en su toma de decisión. Esta metodología, desarrollada por el profesor S. Pugh de la Universidad Laboral de Tecnología de Londres como “Técnica de Selección de Conceptos” pretende minimizar los riesgos de desechar las mejores ideas en el momento de selección de las mismas. Sus reglas básicas son las siguientes:

1. Todas las ideas o soluciones emergentes y no desechadas en un primer examen rápido, deben incluirse en el EDP o PDS en inglés (Especificaciones en el Diseño del Producto).
2. Una vez desarrolladas un cierto número de posibles soluciones debe prepararse una representación de todas ellas con el mismo nivel de detalle. Esto da lugar a la matriz de evaluación.
3. Establecida la matriz de Evaluación, matriz de 2 entradas: ideas a evaluar y criterio de evaluación (se procede a evaluar todas las ideas generadas bajo los mismos criterios). Dado que estamos evaluando ideas, o posibles soluciones, no soluciones realizadas, la mayor parte de la evaluación será cualitativa no cuantitativa y además dependerá de la estimación del equipo diseñador, no de resultados de ensayos.
4. Los criterios de evaluación se tomarán de los requerimientos detallados en el PDS. Deben de ser claros y comprendidos por todo el equipo evaluador.

5. Inicialmente se evalúa una de las ideas si es posible asignando un nivel concreto a cada uno de los criterios de evaluación. Si alguna de las ideas corresponde a soluciones ya existentes la puntuación por criterio puede ser muy concreta. Los criterios de solución matemática o física podrán puntuarse numéricamente.

6. El resto de ideas se evaluará comparándolas con la idea primera valorada y para cada criterio de evaluación se establecerá un cuadro con los símbolos siguientes:

- (+) Cuando la idea actual es mejor que la primitiva.
- (-) Cuando es peor.
- =(s) Cuando es similar.

7. Una comparación inicial de ideas o conceptos con respecto a los criterios y a la idea base nos permite determinar un cuadro donde cada concepto tiene su puntuación en todos los criterios en términos +, -, s. Los resultados nos sirven como guía para una eventual selección.

8. Se examinan los resultados para cada uno de los conceptos o ideas. Si en un concepto concreto las valoraciones de todos los criterios resultan +, o - debemos de pensar en una posibilidad de error y volver a evaluar dicho concepto.

9. Si un concepto aparece como claramente mejor que los demás, volver a reevaluar la matriz tomando este concepto como concepto o idea base.

El proceso descrito se lleva a cabo por un grupo de trabajo con componentes extraídos de diferentes disciplinas de la empresa.

La comparación continua entre los diversos conceptos alternativos evita el mantener un punto de vista o una opinión fija y rígida sobre cualquiera de ellos. Las deliberaciones para intentar eliminar las características más débiles provoca la generación de nuevos conceptos o ideas que pueden incorporarse al cuadro general. Naturalmente esto no se puede prolongar hasta el infinito y debe procederse a la selección de unos pocos conceptos, aparentemente los que mejor responden a la solución de las necesidades creadas. Estos conceptos o ideas seleccionadas, deberán desarrollarse posteriormente en las etapas de diseño conceptual y diseño de detalle del producto o de la solución de un problema. Las principales razones por las que se desechan las ideas son:

- Es inviable desde el punto de vista tecnológico.
- No es rentable.
- Exige unos recursos financieros no disponibles.
- Va contra las leyes o no cumple las normas existentes.
- No mejora alguno o algunos de los factores fundamentales del diseño.

Las ideas llevan asociadas una serie de actividades a desarrollar por la búsqueda de información hasta alcanzar un suficiente conocimiento sobre:

- La importancia de la idea en relación con el tamaño de la empresa.
- El valor económico de la idea.
- La relación idea - mercado.
- La situación idea - propiedad industrial.

Esta información suele ser muy sencilla de adquirir y no debe representar un coste elevado. En general se trabaja con ratios y con datos que aparecen en publicaciones especializadas o que proceden de anteriores proyectos.

Después de seleccionar las ideas principales se va a intentar definir metodologías que ayuden al diseñador en la obtención de la idea o concepto base. Los métodos que a continuación se propondrán, nos ayudarán tanto a centrarnos en el propio problema como a descubrir nuevas vías de aproximación o a observarlo desde perspectivas diferentes. Se proponen los métodos siguientes:

- **Combinación de ideas.** El uso de un método sistemático para combinar ideas o elementos existentes en una solución del diseño es un procedimiento rápido y sintetizado para asegurar que ninguna solución aceptable se ha pasado por alto sin considerarla. Sin embargo el método debe hacerse de forma selectiva, aconsejada por la experiencia, ya que en caso contrario daría lugar a un excesivo número de posibles soluciones a estudiar.

M.J. French propuso aplicar esta técnica para su efectividad cuando se necesita seleccionar alternativas en base de las características esenciales de las funciones del diseño en todos los problemas nuevos para los que no existan experiencias anteriores ya medidas y cuantificadas. También es útil en aquellos casos en que las dificultades del problema son perfectamente conocidas y emergen nuevos subproblemas claramente dominantes.

- **Análisis morfológico.** Es un método para crear nuevas formas que amplíen las fuentes para posibles soluciones, partiendo de la descomposición del problema en subproblemas e intentando buscar soluciones múltiples para cada uno de dichos subproblemas. Es un intento de forzar la explicación de una posible solución desde una situación de conceptualización difusa de un conjunto de posibles componentes, conceptos o ideas. Su aplicación práctica supone la formación de una matriz de tantas entradas como subproblemas se han considerado en el diseño total, que nos facilita un análisis combinatorio de las soluciones parciales.

- **Clarividencia/Perspiciacia.** Este método consiste en realizar estudios rápidos en diversas direcciones de forma que puedan compararse los resultados de todos ellos para poder seleccionar. En principio se opone al estudio profundo y detallado en una sola dirección. Este se hará sobre las ideas o idea seleccionada en una ampliación más extensa. Se trata de cuantificar mediante cálculos diversas alternativas, no solamente de cualificar. En la actual situación de las herramientas informáticas de cálculo, es posible aplicar este método de forma rápida. Con este método, además de seleccionar alternativas, podemos optimar los parámetros críticos por cálculo reiterado sobre variantes de una determinada característica.

- **Guía para el diseño / Principios.** Es difícil definir reglas concretas y al mismo tiempo universales que puedan ser útiles y duraderas. A pesar de ello ya en 1985 M.J. French enumeró una serie de reglas sacadas de su dilatada experiencia y estudio sobre el tema:

1. Evitar decisiones arbitrarias. Cada vez en que el diseñador se ve en la disyuntiva de elegir y decidir entre dos o más soluciones alternativas, nos encontramos en posición de mejorar el producto si la decisión es acertada. Por tanto las alternativas deben estudiarse. En ocasiones el estudio será inmediato como consecuencia de la observación y experiencia del diseñador. En otros casos habrá que realizar cálculos, matemáticos, físicos, o ensayos experimentales.
2. Buscar alternativas. No conformarse con una única solución, la primera que se presente en el diseño o resolución del problema.
3. Modelos sólidos. Una simulación de ordenador de un modelo sólido ayuda sobre manera en la resolución de un diseño ya que permite la observación directa del producto terminado.
4. Generalización del problema. Si aumentamos el nivel de abstracción de un problema se nos pueden abrir caminos de solución que además sean validos para el problema concreto.
5. Matriz de decisión. Fabricar tablas de las diferentes funciones del diseño y de las opciones definidas para cubrir dichas funciones.
6. Diseños al límite. A veces las exigencias del diseño superan a las necesidades que van a cubrir llevando el mismo al límite de uso o costo. Comprobar límites de resistencia, respuesta física y posibilidades económicas de realización.
7. Materiales y Fabricación. Explorar la posibilidad de utilizar diferentes materiales y los métodos de producción.
8. Desarrollar una cadena lógica de soluciones. Cada paso del proyecto debe fundarse en una necesidad a cubrir. Debe de quedar claro que efectivamente cubre esa necesidad.
9. Dudar, preguntar. El diseñador debe estar constantemente preguntándose y respondiéndose sobre cada decisión que toma. Por ejemplo, cuando agregamos o definimos un componente en un producto preguntarse: ¿Es necesario? ¿Con qué función cumple? ¿Puede fallar? ¿Cómo puede fallar? ¿Es el material idóneo? Etc.

El diseño de un producto puede estar jalonado de muchos momentos en que es necesario tomar decisiones entre varias alternativas posibles. El cálculo, los ensayos, la información nos ayuda en estas ocasiones. En otras el buen saber hacer y la intuición del diseñador o del equipo. La toma de decisión es una situación difícil en muchas ocasiones. De la misma puede desprenderse ventajas e inconvenientes personales y sociales. Nos podemos encontrar con varios tipos de aptitudes ante la toma de decisión:

- Continuista: siempre se decide continuar por el camino ya emprendido sin valorar riesgos.
- Sin rumbo: siempre se opina que cualquier camino a seguir en la toma de decisión será mejor que aquél que coincide con el ya emprendido sin presentar críticas al mismo.
- Evasiva: retrasa la toma de decisiones. Procura desviar hacia otras personas la responsabilidad de las mismas.
- Superseguridad: se piensa muchas veces la decisión a tomar. Pretende avalarla con exceso de cálculos y ensayos.

- Seguridad: toma decisiones rápidas realizando cálculos necesarios, ensayos necesarios, recabando y utilizando información.

En diseño la última opción es la válida.

Existen teorías matemáticas para la toma de decisión. Las teorías y las fórmulas serán diferentes según la información de que se disponga a la hora de tomar la decisión y podríamos clasificar en 4 apartados, la situación del diseñador en el momento de tomarla:

- Decisión bajo certeza. Se conoce perfectamente el valor de cada alternativa y se puede tomar la decisión sin problemas.
- Decisión bajo riesgo. No son conocidos todos los parámetros que influirán en cada alternado pero sí un alto porcentaje.
- Decisión bajo incertidumbre. El porcentaje de conocimientos es bajo.
- Decisión bajo conflicto. Se conoce que puede producir problemas. La decisión que se toma, si posteriormente se dan una serie de circunstancias. Es la decisión más problemática y para ella se han desarrollado la teoría de juegos.

Invencciones

Una invención es crear algo nuevo y útil. En base a esta definición podríamos considerar la invención como el resultado de una sola instantánea idea creativa. Pero el estudio realizado en 1.977 por G. Kiverson sobre un gran número de invenciones, llevo a la conclusión de que las mismas se generan por diferentes caminos o procesos:

1. Combinación simple o múltiple. Es la forma más elemental de invención, combinar soluciones ya existentes.
2. Reducción de esfuerzo. Modificaciones introducidas en algo ya existente para conseguir mejores prestaciones con el mismo esfuerzo o reducir el esfuerzo para la misma prestación.
3. Solución directa a un problema. Es la más típica de un Ingeniero de diseño.
4. Adaptar un viejo principio a la solución de un viejo problema.
5. Aplicación de un principio nuevo a la resolución de un problema viejo.
6. Aplicación de un nuevo principio para resolver un problema nuevo.
7. Inspiración de un nuevo producto.

La mitología de las invenciones está llena de historias de descubrimientos accidentales que conducen a grandes invenciones. Es un acontecimiento feliz pero raro. Además, esto difícilmente le sucederá a alguien que no esté ya trabajando activamente en la resolución de un problema. Los golpes de nueva fortuna suelen ser de 2 tipos:

- El primer tipo ocurre cuando un inventor que está trabajando activamente en la resolución de un problema, se encuentra parado, hasta que algún acontecimiento u observación con suerte le sugiere el problema o le muestra la solución.
- El segundo caso se da cuando un inventor consigue una aplicación nueva y valiosa, o descubre un principio nuevo ajeno al trabajo que estaba realizando.

1.5.6 Metodologías del diseño industrial

Son numerosos los autores que han propuesto diferentes métodos para llevar a cabo la tarea del proceso de diseño. Estos métodos aportan una serie de pasos o etapas con las cuales se facilita el tránsito por el proceso en busca de soluciones adecuadas. El uso de estas metodologías de trabajo no es restrictivo, por el contrario, deben ser adaptadas a cada situación y a cada profesional del diseño en particular.

Evidentemente diseñar un juguete o una planta industrial no son proyectos con alcances similares, pero en ambos casos se parte de una necesidad y se quiere concluir el proyecto con la entrega del producto. Las etapas del proyecto no tendrán, en consecuencia, la misma importancia y duración, pero para lograr el cometido total de cada uno de los proyectos se deberán transitar etapas similares. Los métodos de diseño deben verse como un instrumento de navegación, una brújula que indica, a grandes rasgos, la dirección a seguir en la búsqueda de nuevas y mejores soluciones.

No existe “el método” para proyectar soluciones adecuadas a cualquier problema, existen diferentes aproximaciones teóricas y/o prácticas que distintos autores han plasmado en la literatura especializada en el área, en las que sintetizan sus experiencias y reflexiones. Muchas de ellas coinciden en algunos de sus pasos, algunos dan más importancia a algunas etapas, otros no. Según sea la experiencia de cada uno y sus áreas de trabajo, producen sus diversos acercamientos a la consecución de sus diseños.

Conceptualmente, todas estas metodologías parten de un punto en común, establecer las necesidades, es decir, clarificar el problema, definirlo, y con ello, establecer los requerimientos del diseño. El definir de manera adecuada el verdadero problema de diseño no siempre es tarea fácil, se debe poner mucho énfasis en esta etapa, ya que de lo contrario podemos estar resolviendo un problema diferente. Paradójicamente se dice que “cuando un problema no puede resolverse, no es un problema. Cuando un problema puede resolverse, no es un problema. El problema es entonces cuando se puede resolver pero no se sabe cómo hacerlo, en consecuencia es la búsqueda del camino adecuado. Lo anterior indica que el solo hecho de entender el problema lo reduce enormemente, lo que representa un gran paso en su solución y aclara sustancialmente el camino para su resolución. La definición ha de ser amplia, concreta y debe incluir una declaración formal del problema, incluyendo objetivos y metas, las definiciones de cualquier término técnico especial, las limitaciones puestas sobre el diseño, y los criterios que se usarán para evaluar el diseño.

Las etapas siguientes a la definición del problema con sus requerimientos específicos son una serie de pasos divergentes, en los que el diseñador se encarga de la búsqueda creativa de soluciones, para en etapas posteriores converger al analizar, comparar, seleccionar las mejores alternativas para el estudio e implementación.

De esta manera, después de la definición de la necesidad o planteado el problema, llega la etapa de conceptualización que consiste en determinar los elementos, mecanismos, procesos, o configuraciones que en alguna combinación de diseño, satisface la necesidad. Es el paso clave para emplear inventiva y creatividad. Muy frecuentemente el paso de conceptualización involucra la fórmula de un modelo que puede ser de dos tipos generales: analítico y experimental. En la mayoría de sus cursos de ingeniería el énfasis ha estado sobre el desarrollo de modelos analíticos con base en principios físicos, pero los modelos

experimentales no son menos importantes y son necesarios bien para controlar lo obtenido analíticamente o bien para solucionar problemas sin solución analítica.

No es fácil indicar reglas para el diseño conceptual. Tiene gran influencia, los conocimientos teóricos y técnicos del diseñador, así como su “Know-How” o conocimiento acumulados sobre el entorno del tema o problema a estudiar por el propio diseñador. El diseñador novel debe de tener en cuenta lo siguiente:

- No recurrir a los procedimientos o soluciones del diseño tradicional o ya conocido hasta haber examinado otras posibles soluciones y haber llegado a la conclusión de que las mismas no eran correctas para la aplicación deseada.
- A menudo el complicar un componente puede simplificar el resto.
- Deben analizarse materiales alternativos.
- Si el diseño es complejo deben subdividirse en diseños de subconjuntos.
- Estudiar los avances de las ciencias físicas y aplicarla en el diseño técnico particular.
- Toda invención debe de soportar un análisis científico y un ensayo técnico.

Posteriormente se lleva a cabo la etapa de evaluación. Esta etapa involucra un análisis completo del diseño del conjunto o de los componentes. Todos los pasos se comprueban. Los resultados de las pruebas garantizan una correcta realización del diseño. El concepto de ensayo o test es un concepto ligado íntimamente al de diseño y la evaluación de éste. Los test están previamente planificados. Fundamentalmente existen dos tipos de test:

- Comprobaciones matemáticas.
- Comprobaciones técnicas o funcionales.

Las comprobaciones matemáticas consisten en repasar periódicamente y de forma planificada los cálculos matemáticos y físicos previamente realizados y que nos han servido de base para dimensionar el producto. Las comprobaciones técnicas se realizarán probando funcionalmente el prototipo ya realizado. Una comprobación complementaria e intermedia en el tiempo puede realizarse actualmente utilizando los medios informáticos para generar imágenes reales del proyecto que permiten visualizarlo e integrarlo a escala dentro de un conjunto más amplio.

Finalmente llega la comunicación de diseño. El propósito del diseño es satisfacer las necesidades de un cliente o crear necesidades nuevas para las que se necesita buscar clientes. Por lo tanto, finalizado el diseño debe comunicarse adecuadamente, o puede perder mucho de su impacto o importancia. La comunicación se hace comúnmente por la presentación oral al patrocinante así como también por un informe escrito de diseño. Una encuesta reciente mostró que los ingenieros de diseño gastan 60% de su tiempo en discutir y preparar la documentación escrita, mientras que únicamente el 40% del tiempo se gasta en analizar el diseño y en diseñar. Los dibujos detallados de ingeniería, los programas de computadora, y maquetas son frecuentemente parte de la información de presentación del diseño entregado al cliente.

Como ya se ha señalado, son muy numerosas las metodologías de diseño existentes, se puede hablar de que existen una serie de metodologías básicas que, dependiendo de la naturaleza del problema y la experiencia del diseñador, son modificadas y hasta

personalizadas. A continuación se presenta una visión general de una serie de metodologías básicas desarrolladas por diferentes autores:

Diseño total de Pugh:

- Ideas Fundamentales: Pugh entiende el diseño como una actividad más que como una materia académica. Sus teorías sobre el diseño se enmarcan dentro de lo que se denominan teorías integradoras. Propone un modelo general aplicable a cualquier rama profesional del diseño, y lo basa en dos elementos fundamentales: el núcleo central y las especificaciones de diseño de producto. El núcleo central está formado por un conjunto de actividades imprescindibles, independientemente del tipo de producto que se esté diseñando. Dicho núcleo consta de los siguientes elementos:

- Análisis de mercado.
- Especificaciones de diseño de producto.
- Diseño conceptual.
- Diseño de detalle.
- Fabricación.
- Venta.

- Las especificaciones de Diseño de Producto: las especificaciones de Diseño de Producto son como una manta que envuelve todo el proceso de diseño. Independientemente del punto en el que se encuentre el proceso de diseño o del grado de desarrollo de nuestro producto, dichas especificaciones son la base de referencia.

El punto inicial de cualquier actividad de diseño es la investigación de mercado, el análisis de la competencia, la búsqueda de literatura, averiguación de patentes, etc. De toda investigación deben extraerse unas EDP lo más completas posibles. Es poco probable que productos basados en hojas en blanco puedan competir con, por ejemplo, productos japoneses, cuyos diseñadores y fabricantes dan mucha importancia a la opinión del cliente desde el mismo momento de generar las EDP.

Al final de la actividad de diseño, el producto debe quedar en equilibrio con las EDP, incluso cuando éstas hayan ido cambiando a lo largo del proceso. Unas buenas EDP no tienen porqué suponer el éxito del producto; sin embargo, apuntan hacia él.

Todos los planteamientos realizados hasta ahora con relación a las EDP se refieren al producto por completo. Pero todo producto debe ser convenientemente descompuesto en subsistemas y éstos descompuestos en componentes. Para aprovechar esta descomposición es útil referirse a las Especificaciones de Subsistemas (EDS) y a las Especificaciones de Diseño de Componentes (EDC).

- El Diseño Conceptual: un diseño conceptual para Pugh, representa el conjunto de los subsistemas y componentes que forman el sistema completo. Por ello, en esta fase del diseño conceptual, hay que trabajar con ideas, al mismo tiempo que con generación de soluciones. Esta fase se divide en dos aspectos diferenciados:

- La generación de soluciones que satisfagan la necesidad percibida.
- La evaluación de las mismas para escoger la que más encaje con las EDP.

Las directrices que Pugh propone son las siguientes:

- Generar las ideas teniendo siempre presentes las EDP, no de modo aleatorio.
- Los medios para transmitir esas ideas deben ser claros para todos los componentes del equipo de diseño.
- Los conceptos deben ser analizados en grupo.
- No empezar a seleccionar o descartar ideas hasta terminar la fase de generación.
- Generación de criterios de evaluación en grupo, a partir de las EDP.
- Descartar la intuición profesional como medio de selección.
- Emplear una metodología de selección, que no inhibe la creatividad durante el proceso de selección y estimula la aparición de nuevos conceptos que podrían no haber surgido de otro modo.

Pugh aporta un método de evaluación de soluciones llamado “Método de convergencia controlada”, caracterizado por la matriz que enfrenta soluciones frente a criterios, se expande y se contrae favoreciendo la aparición de nuevas soluciones y el progresivo acercamiento a la solución óptima.

• El Diseño en Detalle: así como existen otros autores en los que sus morfologías están más enfocadas hacia el campo técnico, Pugh elabora un planteamiento dirigido a productos en general. Las reflexiones que hace respecto a esta etapa son:

- Nunca se deben llevar a cabo el diseño de detalle sin referirse al diseño conceptual obtenido en la fase previa.
- La interacción entre las distintas áreas que intervienen en el diseño debe considerarse junto con las restricciones que cada una de ellas impone.
- El propio acto de definir un componente dentro de un sistema impone restricciones en el mismo.
- El componente más simple y barato no siempre es el más económico dentro del conjunto del diseño.
- Generalmente, la reducción en la variedad de componentes conduce a una reducción de tiempos y a un menor coste del producto.
- Es conveniente diseñar pensando cómo se va a fabricar.

• Resumen: el enfoque de Pugh está claramente orientado al diseño de productos, considerando el producto final como una respuesta a las necesidades del cliente, mercado... estableciendo una serie de pasos a seguir para que el proceso de diseño desemboque en una solución lo más adecuada posible. Sin embargo, cuando el proceso de diseño está enfocado hacia un producto cuya solución conceptual ya existe plantea una variación del modelo de Diseño Total.

El enfoque técnico de Pahl y Beitz:

- Ideas Fundamentales: Pahl y Beitz proponen una aproximación sistemática a la teoría del diseño, ofreciendo una serie de pautas a seguir a lo largo del proceso de diseño; aunque esta serie de pautas van más orientadas hacia la resolución de problemas técnicos que hacia el desarrollo de un nuevo producto. Así, el modelo que presentan puede resumirse en los siguientes apartados:

- Planificación del producto y clarificación de la tarea.
- Diseño conceptual.
- Diseño de conjunto.
- Diseño de detalle.

La primera de las fases viene a ser algo similar a lo que Pugh llamaba investigación de mercado. Esto implica una recogida de información acerca de los requerimientos del cliente y/o mercado y la generación de las primeras ideas sobre el producto en cuestión. La segunda de las fases, la de diseño conceptual, implica una serie de puntos a destacar. Estos se enumeran a continuación:

- Un ejercicio de abstracción para encontrar los problemas esenciales.
- Establecer estructuras funcionales.
- Buscar principios de trabajo.
- Combinar los principios de trabajo en estructuras de trabajo.
- Seleccionar una estructura de trabajo apropiada y desarrollar una solución principal o principio de solución.

En la fase de diseño de conjunto, se trabaja a partir de la idea que ha surgido en la etapa del diseño conceptual. Desde ese momento se trata de producir una distribución definitiva del producto o sistema propuesto de acuerdo con los requerimientos técnicos y económicos. Es después de esta fase cuando es conveniente realizar un estudio sobre la viabilidad económica del producto. Pahl y Beitz no dedican en su obra un apartado específico para la fase del diseño en detalle; pero es una fase equivalente a la de planos de fabricación y ultimación de detalles.

- Un enfoque sistemático: dos conceptos que emplean continuamente son los de principios de trabajo y estructuras de trabajo. Para Pahl y Beitz, un proceso físico es una solución a una determinada subfunción de la función principal. Por ejemplo, la función principal puede ser un sistema que fotocopie en color y una subfunción sería introducir papel en el sistema. Bien, pues para Pahl y Beitz, la manera de resolver esa subfunción sería un proceso físico.

Para satisfacer la función principal, todas las subfunciones deben combinarse. La combinación de varios principios de trabajo determina una estructura de trabajo que representa el modo de funcionamiento de la solución a un nivel primario. La estructura de trabajo no permite por sí misma evaluar la solución, y debe concretarse mediante cálculos y bocetos a escala. El resultado se llama principio de solución.

A continuación se desarrollan los pasos del diseño de conjunto, una de las fases más representativas de la morfología de Pahl y Beitz:

1. A partir de la lista de requerimientos, hay que identificar aquellos que tienen una mayor importancia para el diseño de conjunto.
2. El siguiente paso es generar dibujos a escala de las restricciones espaciales que determinan o limitan el diseño de conjunto.
3. A continuación se realiza un primer esbozo de la solución, haciendo especial hincapié en los subconjuntos y componentes que realizan las funciones principales.
4. Se desarrollan diseños un poco más elaborados de aquellos elementos que llevan a cabo funciones principales. Hay que trabajar de forma sistemática y comprobar que todas las funciones principales quedan satisfechas.
5. Una o más diseños preliminares deben seleccionarse mediante métodos de toma de decisión.
6. Se desarrollan diseños para elementos que tienen funciones principales que no se habían considerado por tratarse de soluciones ya existentes.
7. Determinar las funciones auxiliares que se requieran y aprovechar en la medida de lo posible soluciones existentes.
8. Se generan diseños detallados para los elementos que llevan a cabo funciones principales, de acuerdo con las reglas del diseño de conjunto, prestando especial atención a la normalización, regulaciones, cálculos, compatibilidades, etc.
9. Se generan diseños detallados para los elementos que llevan a cabo funciones auxiliares.
10. Evaluar las propuestas frente a criterios técnicos y económicos. Todas las soluciones deben evaluarse al mismo nivel de detalle, ya que de otro modo no es posible evaluarlas.
11. Fijar y determinar la distribución global preliminar.
12. Optimizar y completar los diseños de forma para la distribución seleccionada, eliminando los puntos débiles encontrados en la evaluación.
13. Comprobar el diseño en busca de errores en cuanto a función, compatibilidad espacial o efectos no deseados. Los objetivos respecto al coste y a la calidad deben establecerse como muy tarde en este punto.
14. Concluir la fase de diseño de conjunto preparando una lista de partes y unos documentos de fabricación y montaje preliminares.
15. Determinar el diseño de distribución definitivo y pasar a la fase de diseño de detalle.

Como puede verse, se trata de un proceso muy sistemático trabajando primero con los aspectos principales del diseño para después centrarse en los auxiliares, refinando la solución hasta alcanzar el óptimo.

- Resumen: Pahl y Beitz ofrecen una metodología de trabajo muy sistemática y orientada fundamentalmente a productos con un elevado componente tecnológico, y básicamente mecánico. Sin embargo, sus premisas pueden ser válidas en cualquier otro aspecto de un producto, siempre dentro de un orden. Esta metodología puede tomarse como referencia indiscutible a la hora de trabajar en fases más concretas en el desarrollo de una metodología.

Diseño de Asimov:

- Ideas Fundamentales: Asimov establece una serie de puntos que de cumplirse íntegramente, garantizan el éxito del diseño con una elevada probabilidad. En esencia, abarca prácticamente los mismos puntos que el resto de morfologías; aunque debido a la estructura y orden de realización de los mismos, resulta un poco más sencilla de llevar a cabo, obteniéndose unos resultados muy buenos.

- Fases del proceso de diseño: los puntos mencionados en el párrafo anterior que definen esta morfología de diseño, se enumeran a continuación:

- 1.- Estudio de viabilidad/ Diseño conceptual: en este primer apartado, se detecta la necesidad, bien sea latente o creada, a la cual hay que determinar una solución, surgen las primeras ideas; aunque no se conozca físicamente cómo van a ser. Finalmente se evalúan dichas ideas, tanto técnica como económicamente.

- 2.- Diseño preliminar: en esta fase se produce el desarrollo cualitativo de un diseño; es decir, empiezan a plantearse posibles soluciones físicas, así como los primeros bocetos.

- 3.- Diseño en detalle: una vez ya se ha determinado cuál va a ser la solución, se procede a definir los componentes, tal y como dice el nombre del apartado, al detalle.

- 4.- Planificación de la producción: cuando ya está totalmente definido el producto, hay que determinar cómo va a producirse; es decir, qué procesos de fabricación va a seguir el producto, los planes de control, etc.

- 5.- Planificación de la distribución: en este apartado, habrá que definir cómo va a llegar el producto ya fabricado hasta el cliente o los clientes, el tipo de comercio en el que puede encontrarse, etc.

- 6.- Planificación de uso: también hay que determinar unos manuales o guías de cómo debe hacerse uso del producto y los cuidados que hay que tener a la hora de manipularlo.

- 7.- Planificación de la retirada del producto: además será necesario establecer un plan que recoja asuntos como el del reciclado del producto o de la materia prima empleada en su fabricación o de cómo se debe hacer la retirada del mercado del mismo.

- Resumen: esta es una de las morfologías más empleadas en el ámbito del diseño. Se emplea tanto para productos con un elevado contenido tecnológico como para productos con un carácter más artesanal, de ahí, su tan extendido uso. Establece una serie de puntos que recogen a la perfección los distintos pasos que hay que dar a la hora de diseñar cualquier producto, no sólo centrándose en la estética o en el diseño funcional de los componentes y del producto en general, sino que además trata otros apartados como la producción, la distribución e incluso la retirada del producto.

Diseño axiomático de Suh:

- Ideas Fundamentales: las propuestas que hace el planteamiento de Suh están muy enmarcadas en la investigación en la llamada Ciencia de Diseño, que pretende dotar de carácter científico a la actividad del diseño. Trata de elaborar una teoría de diseño desde un punto de vista matemático, a partir de dos axiomas fundamentales.
- Requerimientos Funcionales y Parámetros de diseño: Suh da una definición de diseño que se muestra a continuación: *“El diseño implica una continua relación entre lo que queremos conseguir y cómo queremos conseguirlo, apareciendo siempre el objetivo del diseño en un dominio funcional, y la solución física a ese objetivo en un dominio físico. La actividad de diseño supone vincular estos dos dominios a cualquier nivel jerárquico del proceso de diseño”*.

En primer lugar hay que definir lo que se pretende conseguir y esto se realiza determinando unos requerimientos específicos, denominados requerimientos funcionales (FRs) que se encuentran en el dominio funcional. Después hay que alcanzar un objeto caracterizado por un número determinado de parámetros de diseño (DPs) que se encuentran en el dominio físico. Así el diseño se entiende como el proceso que relaciona los FRs con los DPs. Dichos requerimientos funcionales se determinan a partir de la detección de una necesidad de la sociedad o de un cliente determinado. Los FRs definen el problema de diseño ya que a partir de ellos se van a generar las soluciones que solventan esas necesidades anteriormente mencionadas. Así, un diseño será, más complejo conforme mayor sea el número de FRs.

- Axiomas de diseño: la base de esta morfología es establecer una teoría científica de diseño que permita relacionar los FRs del dominio funcional con los DPs del dominio físico. Los axiomas son verdades fundamentales cuya validez no puede probarse o derivarse, sólo negarse mediante un suceso que las incumpla:

AXIOMA 1 (Axioma de independencia): el diseño óptimo siempre mantiene la independencia de los FRs.

AXIOMA 2 (Axioma de información): el diseño óptimo es aquel diseño funcionalmente desacoplado que presenta la mínima cantidad de información.

Así, mediante el axioma de independencia se consigue que si fallara o no fuese del todo apropiado uno de los parámetros de diseño, únicamente se vería afectado uno de los requerimientos funcionales. Lo que quiere transmitir el axioma 2 es que si existen varios diseños que determinan un mismo requerimiento funcional, de todos ellos, aquel que tenga un menor contenido de información, es el mejor. A partir de dichos axiomas, Suh obtiene unos corolarios o reglas de diseño:

COROLARIO 1: desacoplar o separar partes o aspectos de una solución si los FRs están acoplados en el diseño propuesto.

COROLARIO 2: minimizar el número de FRs y de restricciones.

COROLARIO 3: integrar características de diseño en una sola parte física si los FRs pueden satisfacerse de modo independiente en la solución propuesta.

COROLARIO 4: emplear piezas estándar o intercambiables si dicho uso es consistente con los FRs y las restricciones.

COROLARIO 5: usar formas y disposiciones simétricas si dicho uso es consistente con los FRs y las restricciones.

COROLARIO 6: especificar tolerancias lo más amplias posibles el enunciar los FRs.

COROLARIO 7: buscar un diseño desacoplado que requiera menos información que uno acoplado al satisfacer un conjunto de FRs.

- Formulación matemática: los principios de diseño de Suh hacen referencia a un planteamiento matemático que puede expresarse mediante una serie de ecuaciones. Para ello define un vector de m componentes que recogen los FRs y otro vector de n componentes que hace lo propio con los DP. La correspondencia entre FRs y DPs que se debe establecer en un buen proceso de diseño se realiza mediante la expresión siguiente: $\{FR\} = [A] \cdot \{DP\}$ en la que $[A]$ es la matriz de diseño y de orden $(m \times n)$. El elemento A_{ij} relaciona FR_i con DP_j . Cuando la matriz de diseño es diagonal, se puede lograr cambiar un FR simplemente modificando el DP correspondiente sin que éste cambio afecte a otro u otros DPs. En este caso se habla de diseño desacoplado.

Suh obtiene una serie de teoremas que surgen al observar ciertas situaciones matemáticas que se producen respecto a la matriz del diseño:

TEOREMA 1. Cuando el número de DPs es menor que el de FRs ($n < m$), o bien resulta un diseño acoplado o bien los FRs no pueden satisfacerse.

TEOREMA 2. Cuando un diseño es acoplado debido a que $m > n$, puede desacoplarse mediante la adición de nuevos DPs hasta hacer $m = n$ siempre que exista algún subconjunto $n \times n$ de la matriz $[A]$ que constituya una matriz triangular.

TEOREMA 3. Cuando hay más DPs que FRs ($m < n$) el diseño es redundante o es acoplado.

TEOREMA 4. En un diseño ideal, el número de FRs es igual al de DPs ($m = n$).

TEOREMA 5. Cuando un conjunto dado de FRs cambia por cualquier circunstancia (adición de nuevos FRs, sustitución de un FR por otro, cambio total de los FRs ...), el conjunto de DPs no puede satisfacer el nuevo conjunto de FRs y debe buscarse otra solución de diseño.

TEOREMA 6. La información contenida en un diseño desacoplado es independiente de la secuencia por la que los DPs son modificados para satisfacer los FRs.

TEOREMA 7. La información contenida en un diseño acoplado o cuasiacoplado depende de la secuencia por la que los DPs son modificados y de los caminos específicos de los cambios de dichos DPs.

- Resumen: Suh realiza un planteamiento matemático con el objeto de enfocar el diseño desde un punto de vista más científico. Para ello, define una serie de parámetros y variables que relaciona matemáticamente de forma matricial, mediante la ecuación vista en el apartado anterior. El manejo de las variables es más o menos posible cuando se trata de elementos cuantificables o susceptibles de ser expresados mediante fórmulas matemáticas; pero pierde toda su consistencia científica al tratar variables no cuantificables, es decir, ¿cómo se expresa el factor estético de un producto?

1.5.7 Análisis del valor

Dentro de una empresa existe la necesidad de mejorar constantemente los productos y los servicios que se producen para seguir siendo competitivos. La innovación es una necesidad básica en todo lo que se hace. El análisis del valor o ingeniería del valor proporciona una manera conveniente de organizar la innovación, enfocada a mejorar el valor de los productos y de los servicios.

Definición

En el desarrollo de un producto, Ingeniería de Producto debe de ayudarse de técnicas para conseguir que el producto que está desarrollando además de ser funcional (diseñado para conseguir las características que le han sido exigidas), se ajuste estrictamente a dichas características y no tenga prestaciones suplementarias que incremente su costo. De ahí nace el análisis de valor como un método de trabajo en que se contempla un análisis crítico del diseño. La definición del análisis de valor, también llamado ingeniería de valor, se puede resumir como sigue: " El análisis de valor es un método de competitividad, organizado y creativo, que tiene por objetivo la completa satisfacción de la necesidad del usuario de un producto, proceso o servicio, por medio de un proceso específico de diseño o de rediseño, a la vez que funcional, económico y multidisciplinario". Se puede decir que el propósito del análisis de valor es la eliminación de los costes innecesarios, esto es, lo que no suministra calidad, utilidad, vida, aspecto u otros aspectos no requeridos por el consumidor.

Existe una diferencia importante entre el coste y el valor. El costo es un término absoluto que se expresa en euros y céntimos y que mide los recursos que se utilizan para crear un producto o servicio. El costo frecuentemente incluye la mano de obra, los materiales y los costos indirectos. El valor, por otro lado, es la percepción que tiene el cliente de la relación de utilidad del producto y servicio con su costo. La utilidad incluye la calidad, confiabilidad y rendimiento de un producto para el uso que se le busca dar. El valor es lo que busca el cliente: satisfacer sus necesidades con el menor costo. Por lo tanto el valor de un producto, su puede mejorar incrementando su utilidad con el cliente con el mismo costo o disminuyendo el costo con el mismo grado de utilidad. Esto se hace mediante la eliminación de funciones innecesarias o costosas que no contribuyan al valor.

Es importante hacer notar que en ningún momento el análisis de valor se basa en la eliminación de características por debajo del umbral mínimo requerido por las reglamentaciones, sean de la legislación o de las reglamentaciones internas del fabricante. Según esto, lo que jamás debe hacer un análisis de valor es solicitar rebajar costes substituyendo materiales por otros más baratos o degradando las prestaciones, el aspecto o la duración. En cambio, el análisis de valor requiere:

- Poner en juego un esfuerzo profesional para optimizar los costes totales.
- Destinar fondos y tiempo para este estudio.
- Utilizar un plan según una aproximación funcional al problema.
- Utilizar un equipo multidisciplinar y entrenado cuyos miembros no están involucrados en decisiones previas relativas al producto y sus prestaciones.
- Presentar documentalmente los resultados de su estudio de acuerdo con un sistema de feedback.

El AV, como disciplina técnica que es, efectúa el análisis funcional de una manera sistemática, científica y cuantitativa. La gran originalidad del AV es que cada función es medida desde el punto de vista de su importancia relativa del conjunto. Es cuantificada, determinada y medida en términos de costes monetarios, y lo mismo hace con la satisfacción aportada por la función (su eficacia), de forma que ambos parámetros puedan ser comparados. El AV evita en la medida de lo posible las ideas preconcebidas: cuestiona la concepción misma del producto y se centra en definir muy rigurosamente sus funciones y a eliminar las inútiles.

La palabra valor ha suscitado bastantes debates desde el momento de la aparición de este método, ya que estaba asociado a la noción del coste y más concretamente a la reducción de los mismos. Hoy día, la reputación del método ha evolucionado notablemente. Su eficacia está reconocida en el ámbito del diseño de nuevos productos con el fin de realizar la mejor adecuación entre la calidad y el coste.

En el campo de la industria, en general, el valor de un producto resume la forma en que este nos satisface. La ejecución de un proyecto de un producto supone la obtención de unas cualidades positivas (eficacia en cumplir sus objetivos) a cambio de un sacrificio para obtener éste (coste). La relación óptima entre ambas fijará de manera natural el concepto de valor:

$$\text{VALOR} = \text{UTILIDAD} / \text{COSTE}$$

En realidad, para la empresa, la palabra valor representa la relación calidad / coste, y para el comprador la mejor relación calidad / precio.

Será conveniente hacer notar la diferencia existente entre lo que es el análisis funcional y análisis de valor. Mientras que el primero se centra únicamente sobre las funciones que realiza un determinado proceso o elemento, la ingeniería de valor va más allá: trata de obtener la mejor articulación posible de sus diferentes funciones, es decir, es un análisis globalizado del proceso en su conjunto. Es una técnica de mejora continua del producto que fundamentalmente consiste en:

- Analizar las funciones que se le exigen al producto.
- Analizar las funciones que puede realizar.
- Comparar las que puede realizar con las que realmente se le deben exigir.
- Estudiar el costo que al producto incorpora cada una de las funciones.
- Eliminar aquellas no necesarias que supongan un incremento de costo.
- Añadir aquellas necesarias que actualmente no cumpla.

El análisis del valor se puede aplicar:

- A productos en producción y comercializados en un esfuerzo por rebajar los costos de los mismos y ajustar las prestaciones a las necesidades.
- Podemos considerarlo como un proceso de mejora continua del producto.
- A productos en período de diseño.
- Corresponde a una filosofía de trabajo empresarial en que se intenta desde el inicio la eliminación de costes superfluos. Estamos ante una Ingeniería de Valor.

Objetivos

El AV persigue una eficaz asignación de recursos de la que se desprenda un abaratamiento del producto. Lo que es nuevo es su enfoque de, en lugar de perseguir la minimización de cada componente, buscar el ensamblaje racional entre ellos. Sin embargo, los beneficios del análisis de valor no se limitan a la reducción de costos. Otros beneficios no tan directamente cuantificables son muy importantes:

- Los miembros del equipo se vuelven más cooperativos y desarrollan comunicaciones más efectivas.
- Toda la instalación satisface las necesidades del usuario.
- Se reducen los cambios y los planes se cumplen.

El AV se centra en un doble concepto: el aumento de la eficacia y la, ya comentada, disminución de costes. Para ello su herramienta operativa básica es el análisis funcional del proceso. Ante un determinado elemento o proceso, el AV se pregunta: "¿Qué función realiza?", y busca la forma más eficaz de realizarla.

Uno de los objetivos del Análisis del Valor consiste en fomentar en los miembros de todas las Áreas funcionales (fabricación, marketing, financiero, métodos, ingeniería, compras y otros) el desarrollo de una actitud permanente que propicie la disminución de grandes cantidades de costes de los productos, procedimientos, sistemas y servicios, sin disminuir la calidad, fiabilidad, rapidez de acción, etc.

El análisis de valor persigue como objetivo último incrementar la rentabilidad de la empresa, entendiendo la rentabilidad como la diferencia entre precio de venta y costo:

Rentabilidad = Precio Venta - Costo

Rentabilidad = Precio Venta - (Precio Compra + Valor Añadido)

Disponemos de dos métodos para incrementar la rentabilidad:

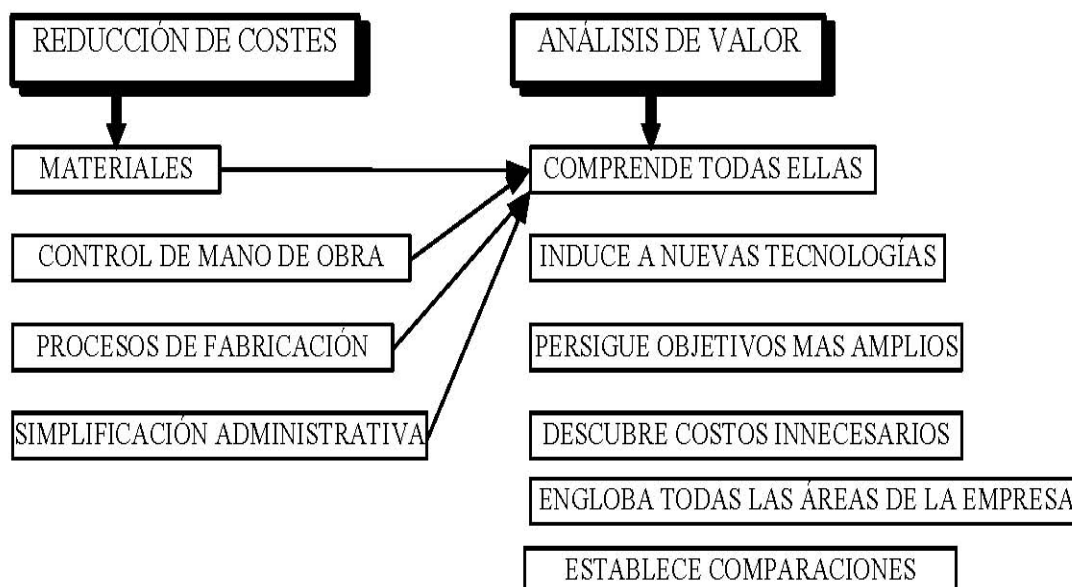
1. Aumento del precio de venta: difícil de conseguir cuando existe competencia en el mercado. En un producto lanzado es muy difícil incidir sobre el precio de venta.
2. Reducción de costos: es en este apartado donde se debe realizar un esfuerzo en pro de aumentar la rentabilidad. En un primer momento parece claro que ha de estudiarse la forma de adquisición de materiales y de procesos de producción, pero la etapa definitiva se alcanza cuando estudiamos a fondo el diseño. Entonces, en un producto en lanzamiento es imprescindible considerar ya desde el diseño el concepto de análisis de valor.

AV como herramienta de trabajo

Vistas las consideraciones anteriores, la herramienta de trabajo o el procedimiento de trabajo denominado Análisis de Valor, es simplemente un:

- Método de trabajo normalizado.
- Método que se aplica siempre y de acuerdo a un proceso establecido a todos los desarrollos de productos.
- Método para la estimación objetiva de los productos, sistemas, procedimientos y servicios a través de todos los elementos que lo definen, como son: especificaciones, diseño, suministro de materiales y repuestos, fabricación, montaje y mantenimiento..., con el fin de lograr el cumplimiento de todas las funciones necesarias, con el nivel requerido de mantenimiento y de fiabilidad, sobre el menor costo posible.
- Esfuerzo organizado y concentrado para mejorar significativamente el valor de un producto, procedimiento, sistema o servicio, suministrando la misma o mejor ejecución a un precio más bajo, sin disminuir su calidad y fiabilidad.
- Una revisión intensiva que relaciona todos los detalles de diseño de un producto con los costes de materiales, procedimientos de producción y ensayos. A la luz de la función del producto, se determina el valor funcional de cada parte, así como el del conjunto del producto.
- Un análisis creativo de cada partida de coste asignada a cada parte o material, considerando la adopción de otros posibles materiales, otros procedimientos, nuevas capacidades de los suministradores, etc., lo que propicia la posibilidad de realizar una reevaluación completa del diseño.
- El Análisis del Valor pone el enfoque sobre todas las partidas de coste elevado y en los resultados del estudio de las posibilidades alternativas para disminuir dichos costes excesivos.

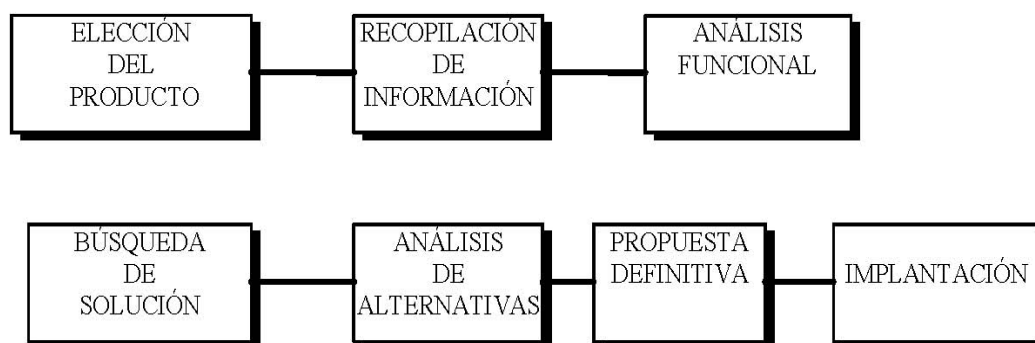
Se puede comparar el AV con reducción de costes para darnos cuenta del campo sobre el que influye cada uno:



Metodología

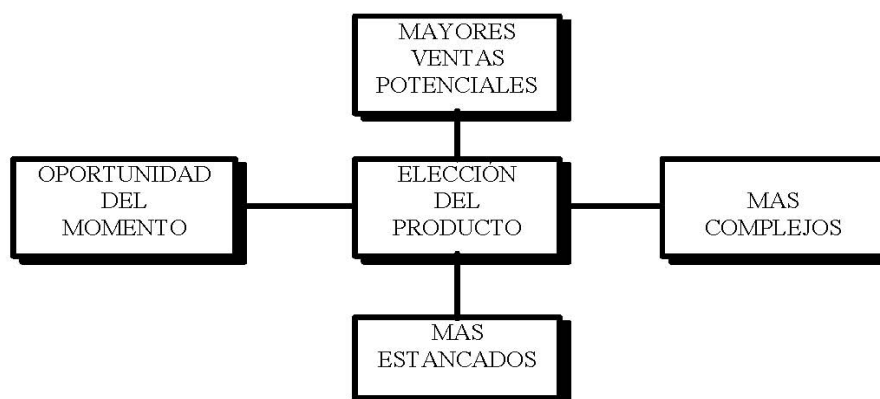
El método es el procedimiento de actuación general seguido para obtener el conocimiento de una determinada situación, producto o servicio. Precisaré de técnicas concretas de actuación para llevar a efecto las distintas etapas que lo integran, hasta su implantación.

El proceso de aplicación de las técnicas del análisis del valor, queda reflejado en el organigrama secuencial siguiente:



1. Elección del producto:

A la hora de elegir el producto con el que se va a aplicar el Método de Análisis de Valor, lógicamente se tendrá en cuenta su incidencia en la facturación de la empresa, su incidencia en la cuenta de resultados. Podemos ajustarnos al cuadro adjunto:



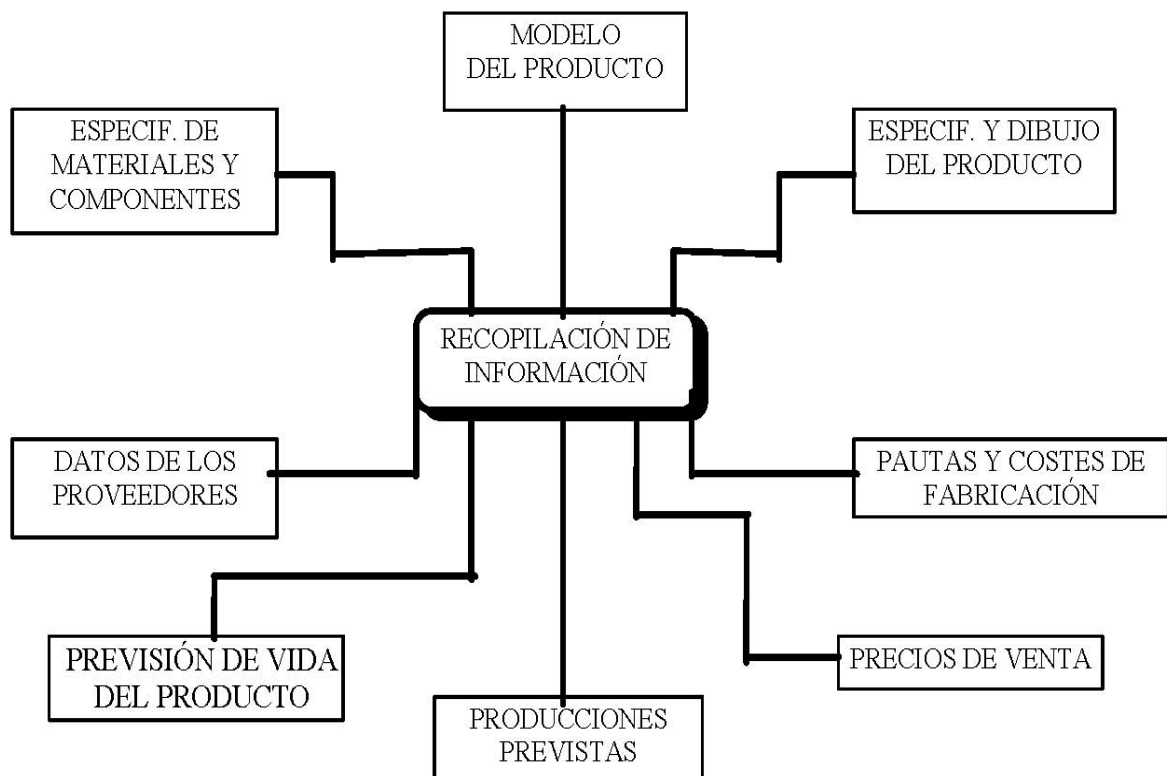
Estos criterios generales se sustentan en aspectos como:

- Análisis y previsión de mercado.
- Mayores puntos de actuación.
- Mayor posibilidad de adelantos técnicos.
- Nuevos materiales y tecnologías.
- Oportunidad de implantación en el momento preciso.

Ponderando todos estos criterios en los productos de cada empresa, la sistemática de decisión consiste en elegir, en primer lugar, los criterios de selección estimados más razonables y asignar a cada producto un coeficiente de valoración de cada uno de ellos, de forma que su suma nos determine el peso comparativo que facilite la toma de decisiones.

2. Recopilación de información:

El siguiente organigrama refleja los aspectos más relevantes de este proceso. Esta lista no es exhaustiva, y en ella deben incluirse todos los datos que se estime puedan precisarse en el posterior estudio.



En esta recopilación, se deben tener presentes los siguientes criterios o cuidados:

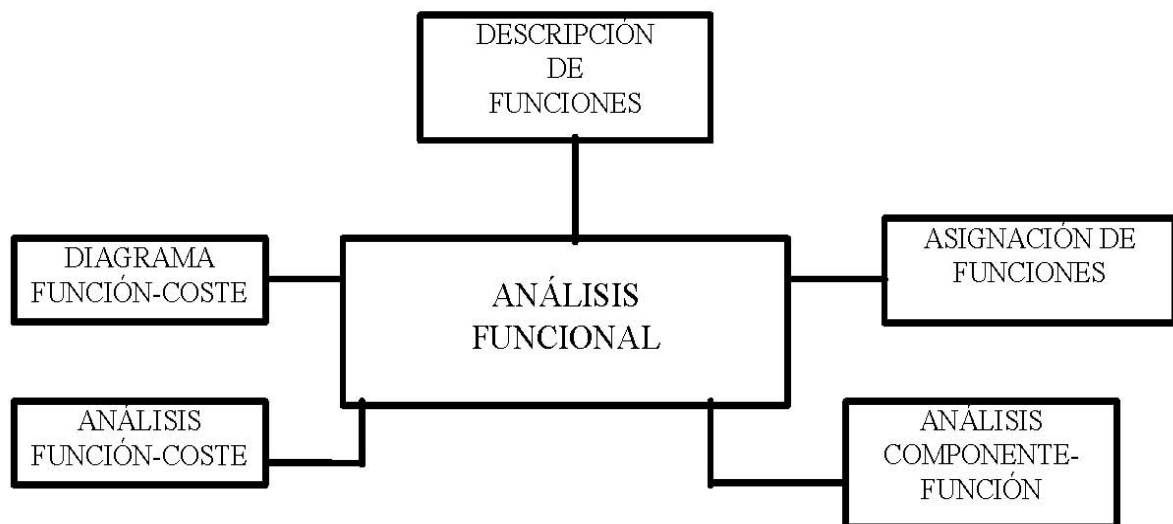
- Deben ser lo más fidedignos posibles.
- Información de las mejores fuentes.
- Modernas técnicas de posible aplicación, así como nuevos materiales.

Es una etapa costosa que inicialmente puede parecer que es una pérdida de tiempo, pero la realización correcta de esta operación, evita posteriores demoras en el resto del proceso, y resulta imprescindible para el análisis posterior.

3. Análisis funcional:

Constituye la base de la filosofía de esta técnica, y se fundamenta en el análisis de las funciones que realiza un producto y cada uno de sus componentes, para proceder posteriormente a la valoración de los costos asignables a cada una de ellas. Como resumen, se recomienda:

- Establecer el "desglose funcional" del producto analizado.
- Establecer el "desglose estructural" de los elementos que componen el producto.
- Identificar las funciones que realiza cada elemento del desglose estructural.
- Totalizar y asignar los costes por función en el desglose funcional.



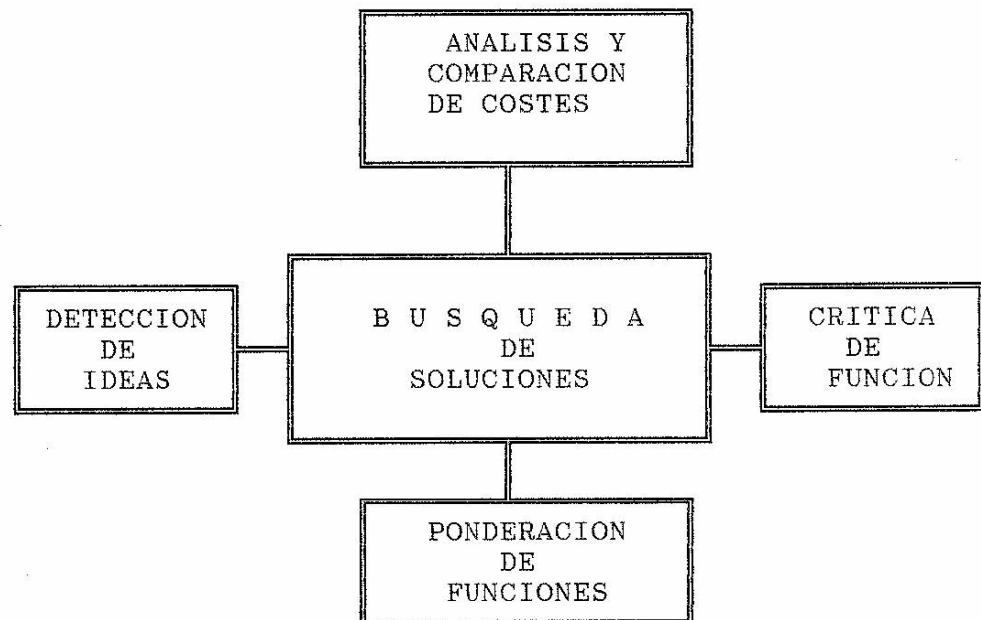
El análisis funcional, constituye la base de las operaciones posteriores del Análisis del Valor. La metodología del análisis funcional consiste en usar una técnica de dos palabras (verbo, nombre) para describir lo que la parte del proceso o sistema tiene que hacer.

Las funciones del producto se descomponen en básica y secundarias. Se debe determinar la función básica, la función sin la cual el producto perdería todo su valor. Todas las demás funciones son secundarias, las cuales:

- Apoyan las funciones básicas.
- Generalmente, existen por el tipo de diseño adoptado para realizar la función básica.
- Pueden o no ser funciones esenciales.
- Pueden ser eliminadas en muchos casos sin que afecte a la función básica o al valor del producto.

4. Búsqueda de soluciones:

Es la etapa en la que emergen nuevas ideas y soluciones. En síntesis, contempla los siguientes aspectos:



Como criterios:

- Tener delante muestras del producto o elementos con él relacionados.
- Estudio funcional de productos análogos de la competencia.
- Sustitución de elementos fabricados por otros adquiridos en el mercado.
- Elementos que puedan sustituirse.
- Utilizar materiales y componentes normalizados.

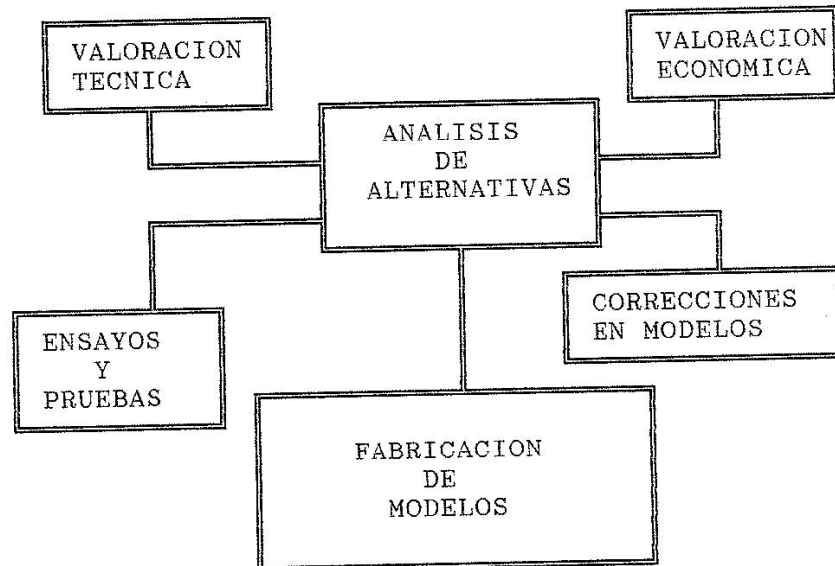
Para superar los bloqueos y dificultades, se emplean técnicas, entre las que podemos destacar la conocida como "tormenta de ideas" o "brainstorming". Una vez agotadas todas las posibilidades, se tratará de completar las posibles soluciones globales o parciales, resumiendo las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas, así como los costos y plazos de implantación.

5. Análisis de alternativas:

Cada una de las posibles alternativas se estudiará en base a:

- Cálculos.
- Experiencia.
- Prototipos y ensayos.

Se elige la alternativa de máximo valor. Además hay que determinar el ahorro de costes propuesto y cualquier otro beneficio y la acción que se requiere para la implementación. Los elementos más importantes en el análisis de alternativas son los siguientes:

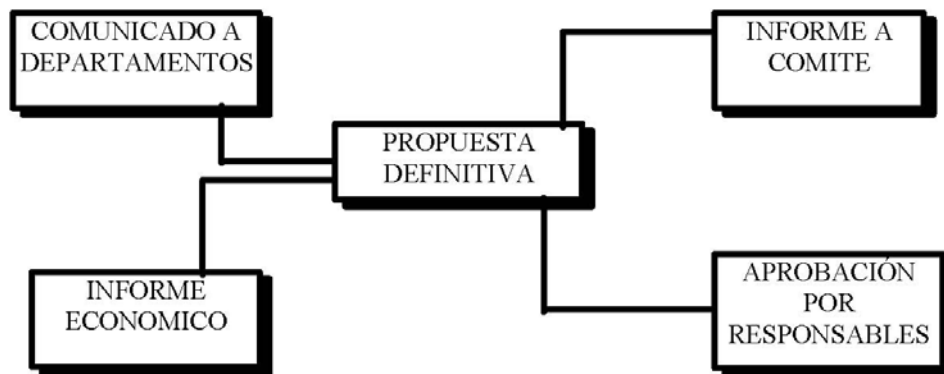


Pasos para presentar una alternativa:

- A. Identificar la propuesta:
 - 1. Nombre.
 - 2. Número de parte.
- B. Describir la propuesta.
- C. Comparación entre la solución actual y la propuesta.
- D. Comparación de costes de la solución actual y la propuesta.
- E. Costes de implantación de la nueva propuesta.
- F. Calendario de implantación. Hijos técnicos y económicos.
- G. Alternativas si la propuesta no es implantada.

6. Propuesta definitiva:

Una vez conseguido el prototipo optimizado, se redactará un informe que se remitirá a las personas que deben decidir su implantación, así como a todo el personal de la empresa que haya intervenido de alguna manera en el proceso. El siguiente gráfico muestra la dinámica seguida en esta fase proyectual:



Se debe concretar las personas que adoptarán la decisión de implantar la solución o soluciones propuestas. Se formará un "Comité de Decisión", en el que deben intervenir todos los jefes de las áreas que constituyen la empresa, así como las personas que estime oportuno la dirección. Debe intervenir el analista o los analistas de valor que hayan llevado la responsabilidad del estudio, con objeto de aclarar y aportar cuantos datos sean precisos.

7. Implementación:

Una vez aceptada la alternativa propuesta, es necesario asegurar su puesta en marcha en base a los pasos siguientes:

- Definición completa alternativa.
- Etapas para su puesta en marcha con fecha.
- Responsables.
- Seguimiento.

1.5.8 Funciones del cliente en el diseño

El cliente está normalmente en el origen de la idea inicial que con el tiempo ha dado lugar al proyecto (producto) y estará generalmente también al final de la vida del mismo sintiéndose satisfecho por su finalización según sus deseos o sufriendo las consecuencias derivadas del incumplimiento de los objetivos establecidos. Las principales funciones que tiene el cliente en el diseño de un producto son las siguientes:

Fijación de los objetivos del proyecto

El proyecto surge por la idea o el deseo de alguien, idea que una vez suficientemente definida suele desembocar en un encargo que el cliente realiza a una empresa, un profesional o a un departamento especializado de la propia empresa. El cliente debe, pues, contribuir a definir y concretar con la mayor precisión posible, los objetivos que el proyecto debe alcanzar y que se convertirán en el marco de referencia para orientar toda la gestión posterior del mismo.

La definición de los objetivos no es siempre una tarea exclusivamente del cliente, pues este puede contar para ello con el asesoramiento y las sugerencias de los técnicos que van a ejecutar el proyecto, pero sí debe cumplir en este punto con su papel esencial de explicar lo que quiere, adoptar las decisiones que percutan precisar el contenido y, finalmente, aprobar los objetivos que se hayan establecido en el proceso de negociación con los encargados de desarrollar el proyecto.

Cuando el proyecto consiste en el desarrollo de un producto, la empresa fija los objetivos, basándose en los estudios realizados de mercado y viabilidad, teniendo en cuenta las necesidades de los clientes.

Inicio del proyecto

El cliente tomará normalmente la decisión de iniciar el proyecto, ya sea por su propia autoridad, ya sea contando con las autorizaciones que pudiese necesitar según su nivel de poder y responsabilidad. En caso de los productos son las empresas las que toman la decisión de iniciar su desarrollo y posterior lanzamiento al mercado, para ello los estudios previos realizados han de ser optimistas respecto a los resultados que se obtendrán.

Seguimiento

Ya durante la ejecución del proyecto, el cliente debe realizar un seguimiento suficientemente cercano de la evolución del mismo, de su grado de avance y del nivel de consecución de los objetivos. La contratación de una empresa externa o el encargo a otro departamento interno no autoriza al cliente a desentenderse de la marcha del proyecto y a limitarse a cumplir sus obligaciones financieras y esperar que el desenlace final sea satisfactorio. Debe seguir de cerca la evolución del proyecto, siendo informado del cumplimiento de los plazos e hitos de control, velando porque se alcancen los niveles de calidad establecidos, tomando las decisiones que pudiesen ser de su competencia para facilitar el avance y estimulando con su interés y atención a los técnicos para evitar una relajación que redundaría en pérdida de eficacia.

En proyectos internos el propio departamento de diseño de producto se encarga de realizar el seguimiento para el cumplimiento de los objetivos y necesidades del cliente.

Modificación de especificaciones

Ciertas circunstancias pueden afectar a los objetivos básicos del proyecto y aconsejar una modificación a los límites del mismo. Este caso, que suele darse en una gran parte de los proyectos, es frecuentemente causa de conflictos y tensiones entre las partes afectadas y puede usarse como pantalla para justificar la pérdida de control sobre la evolución del proyecto. En estos casos es necesaria una renegociación de los objetivos del proyecto donde, obviamente, el papel activo, decisor y profesional del cliente es indispensable para desbloquear la situación, aprobar los nuevos límites del proyecto y asumir los nuevos compromisos económicos.

Aceptación del proyecto

A la finalización del proyecto el cliente es la instancia competente para recibirlo y aprobar su realización, comprobando si se ha producido el resultado pactado y se han alcanzado los niveles de calidad adecuados. La entrega de la obra o producto por parte del jefe del proyecto al cliente, con la aprobación de éste, supone la finalización del proyecto.

En proyectos internos, como pueden ser los de la mayoría de productos ofrecidos al mercado, la aceptación viene definida por el éxito de ventas del producto en concreto.

Obligaciones financieras

El cumplimiento de las obligaciones financieras pactadas es, obviamente, otro de los cometidos esenciales del cliente y la contrapartida principal que ha de aportar como compensación del resultado elaborado por los responsables técnicos de la ejecución del proyecto. Si esta obligación no se cumple, el proyecto sufrirá en forma de retrasos, encarecimientos o pérdidas de calidad las consecuencias de la falta de recursos y de la desmotivación de los responsables de realizarlo.

En el caso de los proyectos internos no siempre se producen las cosas de esta forma que parece tan obvia y tan simple. Los proyectos internos en la mayor parte de los casos son aparentemente gratis para el departamento “cliente” del departamento de Ingeniería. Pero aún en este caso existe al control posible que se establece en base a los objetivos y presupuestos de la empresa.

1.5.9 El factor tiempo en el proceso de diseño

El desarrollo de nuevos productos se ha convertido en un factor clave para lograr el éxito empresarial. Por eso el tiempo empleado en el diseño y desarrollo es un parámetro importante. Surge de este modo una nueva forma de competir en el mercado, a la que se ha denominado competencia basada en el tiempo. La rapidez en la respuesta a las necesidades del mercado exige ser un maestro en el aprovechamiento del tiempo. Es lo que Kotler denomina “turbomarketing”.

Las implicaciones estratégicas de esta reducción del tiempo son muy significativas:

1. Incrementos en la productividad. A medida que se reduce el tiempo aumenta la productividad.
2. Incrementos en los precios. Los clientes de empresas que compiten en tiempo están dispuestos a pagar más por sus productos y servicios por razones tanto subjetivas como económicas.
3. Reducción del riesgo. Al comprimir el tiempo, las previsiones se hacen más fiables, con lo que se reduce el riesgo de fracaso.
4. Incrementos en la cuota de mercado. Cuando los clientes confían en la capacidad de la empresa para cumplir con los plazos previstos, se incrementa considerablemente su cuota de mercado.

Por lo tanto, desarrollar nuevos productos en poco tiempo, para que estén cuanto antes disponibles en el mercado, se convierte en una de las principales preocupaciones de las empresas actuales. La importancia concedida al tiempo de desarrollo de nuevos productos, como factor de ventaja competitiva, ha motivado que una de las principales preocupaciones de los encargados de gestionar dicho proceso sea el encontrar una serie de herramientas que ayuden a reducir dicho tiempo.

La creciente importancia del tiempo de desarrollo de nuevos productos como factor de ventaja competitiva ha motivado que se hayan realizado numerosos estudios centrados en analizar la importancia, efectos y determinantes de dicho tiempo de desarrollo.

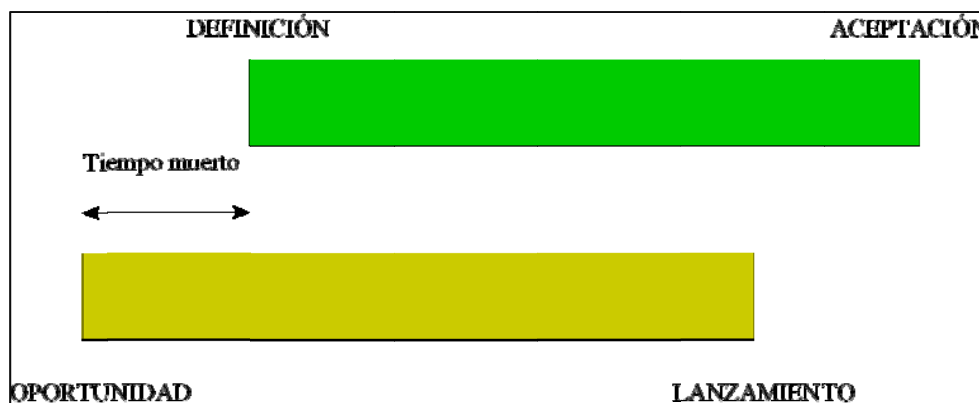
En función del número de etapas del proceso de desarrollo que engloban aparecen diferentes conceptos o medidas del ciclo de desarrollo. Así, lo que generalmente se denomina tiempo de desarrollo hace referencia al lapso de tiempo que transcurre desde la fase de diseño detallado hasta la fase de introducción del producto. Otro concepto, y quizás el más utilizado dentro de la literatura especializada, es el de tiempo de mercado. Este concepto se define como el lapso de tiempo que transcurre entre la definición del producto y el momento en que se encuentra disponible por el mercado. Es decir, englobaría desde la fase de desarrollo del concepto a la introducción del producto en el mercado.

A lo largo de este texto, el concepto de tiempo de mercado se va a utilizar de forma más amplia, incluyendo también lo que algunos autores denominan tiempo de aceptación, es decir, el tiempo que transcurre hasta alcanzar el total potencial de ventas del producto, esto es, el tiempo que transcurre hasta que el producto es definitivamente aceptado por el mercado. Por tanto, el tiempo de mercado, en sentido amplio, abarcará desde la definición del producto hasta su aceptación por el mercado, es decir, no sólo hasta su lanzamiento, sino hasta que es comprado por el cliente de forma masiva.

Esta definición más amplia del concepto de tiempo de mercado no hace sino recoger los objetivos que pretende la empresa con la gestión del tiempo. El interés de la empresa no se limita a ser los primeros en lanzar el producto sin más, sino que el objetivo último de la gestión del tiempo es lograr que el producto sea aceptado por el mercado en el menor tiempo posible.

Otro concepto íntimamente relacionado con el tiempo de mercado es el denominado ciclo de vida de la innovación, que hace referencia al lapso de tiempo que transcurre desde que se hace evidente la oportunidad del nuevo producto y el momento en que se satisface a los primeros clientes. Es decir, incluiría todas las fases enunciadas del proceso de desarrollo, desde la identificación de la oportunidad hasta la introducción del producto. A diferencia del concepto de tiempo de mercado, definido de forma amplia, el ciclo de innovación comienza cuando aparece la oportunidad y no cuando comienza el desarrollo del producto y termina cuando se produce la primera venta y no cuando el producto alcanza su máximo potencial de ventas.

Si se comparan los conceptos de tiempo de mercado y ciclo de innovación se observa la existencia de un tiempo muerto que va desde la aparición de la oportunidad hasta la definición del producto.



Tiempo de mercado y ciclo de la innovación respectivamente

A este tiempo muerto se le conoce como el tiempo que transcurre desde el momento en que se podría haber comenzado el proceso de desarrollo y el momento en el que comienza realmente. La gestión adecuada de este tiempo muerto puede conducir a importantes mejoras competitivas debidas fundamentalmente a los siguientes motivos:

- Este tiempo muerto representa aproximadamente entre una tercera parte y la mitad del tiempo de desarrollo total.
- Los ahorros de tiempo en este período inicial son menos costosos de alcanzar, dado que el coste de reducir el tiempo se incrementa exponencialmente a medida que se avanza en el proceso de desarrollo del producto.
- Hasta el momento este tiempo muerto ha recibido escasa atención por parte de los equipos directivos, por lo que su adecuada gestión puede ser un importante factor de diferenciación y servir de fundamento a la obtención de ventajas competitivas.

Las empresas que pretendan dominar sus mercados necesitan un proceso continuo de búsqueda de las mejores técnicas para la gestión del tiempo. Muchas de estas técnicas ya han demostrado de forma notoria su utilidad en la práctica y gozan en la actualidad de una amplia aceptación, mientras otras son herramientas novedosas, que poco a poco irán ocupando su lugar dentro del universo que constituye la gestión empresarial.

Existen diversas estrategias para lograr reducir el tiempo de mercado, pero todas ellas se apoyan en dos pilares básicos para la consecución del objetivo marcado:

- Crear un entorno organizativo donde el cambio y la innovación fluyan de forma natural.
- Adoptar las tecnologías que proporcionen a los integrantes de la organización las mejores herramientas para llevar a cabo su trabajo.

A continuación se analizarán algunas de las técnicas que mayor impacto están teniendo en la gestión actual del proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos:

Ingeniería simultánea

La ingeniería simultánea debe su auge actual al éxito de su aplicación práctica en las empresas japonesas, especialmente en las del sector de la automoción. Toyota fue una de las primeras empresas en su aplicación a mediados de los años sesenta, Mazda la introdujo a finales de los setenta y Nissan no lo hizo hasta mediados de los ochenta. Por lo que respecta a su aplicación en empresas occidentales, General Motors y Ford introdujeron la ingeniería simultánea en sus procesos a finales de los ochenta.

Esta técnica se basa en solapar las diferentes actividades de diseño, desarrollo y fabricación de nuevos productos para conseguir una reducción en el tiempo de mercado. Sin embargo, esta simultaneidad de actividades puede extenderse al resto de áreas funcionales, apareciendo lo que se conoce de forma genérica como gestión simultánea de actividades.

Las cuatro características básicas de la ingeniería simultánea son:

- a.- Concurrencia. Tanto producción como proceso son diseñados de forma paralela.
- b.- Limitaciones. Las limitaciones del proceso son tenidas en cuenta en el diseño del producto, haciendo que los componentes del producto sean fáciles de montar, fabricar y manejar, usando para ello la tecnología existente. Se promueve así la integración en la empresa.
- c.- Coordinación. Se coordinan proceso y producto para cumplir los requerimientos de calidad, costes y tiempo. Se enfatiza el trabajo en equipo.
- d.- Consenso. Las decisiones de mayor importancia acerca de productos y procesos se toman con la participación de todo el equipo por consenso. Se eliminan redundancias y actividades que no generan valor añadido.

Diseño para la excelencia

Todo producto tiene que satisfacer o cumplir varios objetivos: funcionar satisfaciendo los deseos del cliente, ser fácil de ensamblar, de mantener y reparar, de probar, de disponer de él y otros. Aquellas empresas que quieran triunfar deben considerar todos estos objetivos desde las primeras etapas del proceso de diseño.

Además de los clientes y la empresa, existen otra serie de personas u organizaciones que se ven afectadas por el nuevo producto y por las actividades de su ciclo de vida. Por ello el objetivo del proceso de diseño debiera ser que el producto resultante satisfaga el conjunto de necesidades de todas las personas u organizaciones afectadas, de la forma más eficiente. Para alcanzar este objetivo surge el denominado Diseño para la Excelencia o Design for Excellence (DFE), que engloba una serie de técnicas de diseño, cuyo objetivo es gestionar la calidad, el coste y el tiempo de entrega del nuevo producto. Así, el Diseño para la Excelencia (DFE) comprende las siguientes técnicas:

- Diseño para el ensamblaje o Design for Assembly (DFA): se centra en simplificar el proceso de ensamblaje, con lo que se reduce el ciclo de fabricación y se mejora la calidad del producto. Para ello, esta técnica permite a diseñadores e ingenieros evaluar sistemáticamente los componentes y ensamblajes, de forma que resulten fáciles de ensamblar y de fabricar. Se trata de simplificar el proceso de fabricación y

ensamblaje todo lo que sea posible, de modo que se eviten o reduzcan al máximo posibles errores en el proceso. Para ello, los componentes se diseñan de forma que sólo puedan ser ensamblados de un modo, con lo que se elimina la posibilidad de fallos en el ensamblaje.

- Diseño para la fabricación o Design for Manufacture (DFM): esta técnica trata de facilitar el proceso de fabricación, simplificando el diseño del nuevo producto por medio de una reducción de los componentes que lo integran. Esta reducción en el número de componentes facilita la fiabilidad del producto, disminuye los costes del ciclo de vida del producto, reduce el número de horas de ingeniería de diseño necesarias, reduce las compras, los inventarios y el espacio para almacenar los componentes.
- Diseño para las pruebas o Design for Testability (DFT): el objetivo de esta técnica es diseñar un producto de forma que las pruebas, a las que va a ser sometido antes de su lanzamiento y fabricación, puedan realizarse fácilmente y en el menor período de tiempo. Una de las posibles formas de simplificar estas pruebas es diseñar el producto de forma modular, de manera que cada uno de los módulos puedan ser probados de forma independiente, siendo posteriormente necesarios tan sólo algunos tests para verificar la correcta integración de los diferentes módulos.
- Diseño para el servicio o Design for Service (DFS): esta técnica, también conocida como Design for Service o Design for Serviceability, permite tener en cuenta en el diseño del producto aquellos factores que facilitan la prestación de los servicios asociados al uso del producto. Los clientes demandan productos que se averíen lo menos posible y, en caso de avería, desean que la reparación sea lo más rápida posible. Por ello muchas empresas están adoptando una estrategia de productos fáciles de mantener y reparar, ofreciendo a sus clientes varios años de garantía, durante los cuales todas las reparaciones y tareas de mantenimiento corren por cuenta del fabricante.
- Diseño para la internacionalización o Design for International: el objetivo de esta técnica es gestionar el proceso de diseño, de modo que el producto resultante pueda ser adaptado con facilidad a las características particulares de cada país donde vaya a ser introducido.
- Diseño para el medio ambiente o Design for Environment (DFE): esta técnica pretende integrar factores medioambientales en el proceso de diseño de nuevos productos. En concreto, los factores ambientales, que han de tenerse en cuenta a la hora de proceder al diseño de un nuevo producto, son los siguientes:

- 1.- Uso de materiales. Se debe tratar de utilizar la mayor cantidad posible de materiales renovables, la menor cantidad de material posible, así como tratar de reducir al máximo el número de componentes del producto.
- 2.- Consumo de energía. En este campo se debe tender a una reducción en el consumo de energía necesaria para la fabricación del producto, así como a una utilización de fuentes de energías renovables y limpias (energía solar, eólica, hidroeléctrica, etc.).

3.- Prevención de la contaminación. En el diseño del producto se deben evitar o, al menos, reducir al máximo las posibles emisiones tóxicas durante el proceso de producción, así como durante la utilización del producto.

4.- Residuos sólidos. Se debe tratar de reducir al máximo el volumen de residuos sólidos generados al terminar la vida útil del producto, así como durante su proceso de fabricación. Para ello el equipo de diseño debe procurar que la mayor parte de los componentes del producto resultante sean reutilizables o, al menos, reciclables. Esto es lo que se conoce en la literatura especializada como Diseño para el Desensamblado (Design for Disassembly o DFD) y Diseño para la Refabricación (Design for Remanufacture o DFR).

- Diseño para facilitar las operaciones o Design for Operability (DFO): esta técnica trata de tener en cuenta desde las primeras etapas del proceso de diseño las necesidades de los operadores y usuarios del producto. Así, si el producto tiene un coste elevado, los potenciales usuarios del mismo perderán interés en dicho producto. Del mismo modo, si el producto es difícil de utilizar o dicha utilización entraña algún peligro, el producto perderá su valor para el usuario. Por ello, para evitar estas situaciones, el producto debe tener un coste de operación razonable y un adecuado valor añadido. Para ayudar a conseguir estos objetivos el Diseño para facilitar las Operaciones o Design for Operability se vale de otras técnicas de diseño, entre las que cabe destacar el Despliegue de la Función de Calidad (QFD).

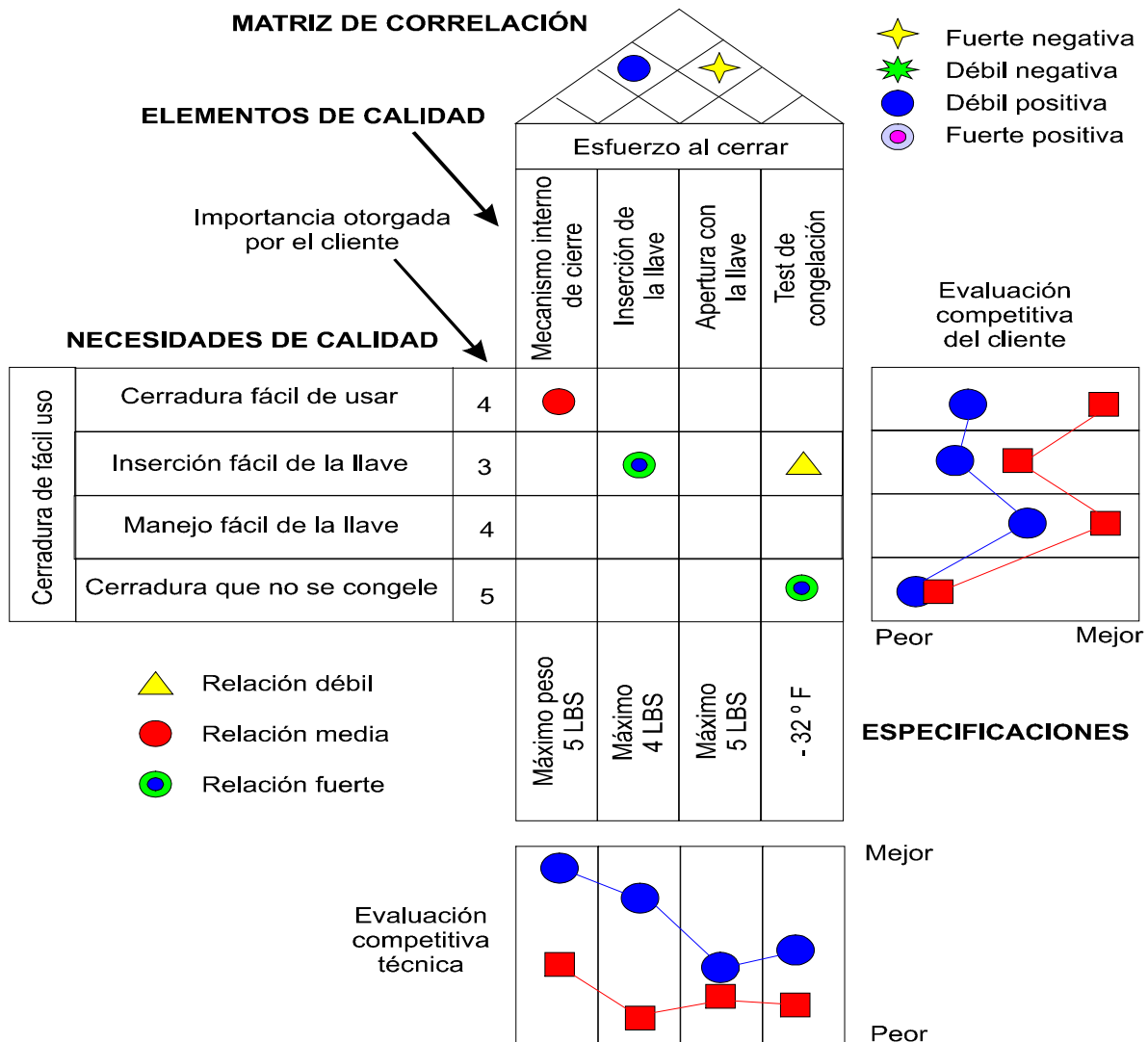
Despliegue de la Función de Calidad (QFD)

Esta técnica pretende trasladar o transformar los deseos del cliente en especificaciones técnicas correctas, que ayuden a proceder al diseño de un producto que satisfaga las necesidades del cliente.

El concepto de QFD fue introducido en Japón por Yoji Akao en 1966, siendo aplicado por primera vez en Mitsubishi Heavy Industries Ltd en 1972. Su primera aplicación en empresas occidentales no se produce hasta mediados de los ochenta, siendo Rank Xerox y Ford en 1986 las primeras empresas occidentales en aplicar dicha técnica a su proceso de desarrollo de nuevos productos.

Shigeru Mizuno define el despliegue de funciones de calidad (Quality Function Deployment) como el despliegue, paso a paso, con el mayor detalle, de las funciones u operaciones que conforman sistemáticamente la calidad, con procedimientos objetivos, más que subjetivos. En definitiva, se trata de convertir las demandas de los consumidores en características concretas de calidad, para proceder a desarrollar una calidad de diseño mediante el despliegue sistemático de relaciones entre demandas y características, comenzando por la calidad de cada componente funcional y extendiendo el despliegue a cada parte y proceso.

La principal herramienta para conseguir estos fines es el denominado gráfico de calidad o “casa” de calidad que se muestra a continuación:



La caca de la calidad

El QFD comienza escuchando “la voz del cliente”, dividiendo en sucesivos niveles de detalle la información obtenida respecto a las necesidades de calidad de los consumidores (parte izquierda de la matriz). El paso siguiente es transformar las necesidades o requerimientos del consumidor en requerimientos de diseño o elementos de calidad, es decir, se trata de hacer medibles los deseos del consumidor (parte superior de la matriz). A continuación se combinan ambos despliegues en la parte central de la matriz, donde los signos indican el grado de relación entre necesidades de calidad y elementos o características de calidad. La matriz de correlación es la tabla triangular añadida en la parte superior de la “casa” y establece la relación existente entre los diversos elementos de calidad identificados. El gráfico también recoge la importancia otorgada por el cliente a cada una de las necesidades de calidad, así como un par de gráficos que muestran la evaluación competitiva de las necesidades y elementos de calidad con relación al principal competidor.

Diseño, fabricación e ingeniería asistida por ordenador

Los recientes avances en las tecnologías de la información han hecho posible la aparición de numerosas aplicaciones informáticas que facilitan de forma considerable las operaciones de diseño y la reducción de tiempos. Entre ellas podemos citar: Diseño asistido por ordenador (CAD), Ingeniería asistida por ordenador (CAE) y Fabricación asistida por ordenador (CAM).

Diseño Asistido por Ordenador (CAD). Se trata de un sistema de diseño, bastante conocido y utilizado, que permite ampliar de forma relevante las posibilidades de los sistemas tradicionales de dibujo y cuya principal ventaja radica en la rapidez con que permite efectuar modificaciones en el diseño, a diferencia de lo que ocurría cuando los diseños se realizaban en papel.

Las posibilidades del sistema CAD son enormes, pudiendo realizar una amplia gama de tareas, entre las que podemos destacar:

- Visualizar en pantalla un modelo cualquiera en tres dimensiones y en perspectiva.
- Utilizar distintos colores para cada superficie.
- Eliminar automáticamente líneas y superficies ocultas.
- Rotar o trasladar la pieza.
- Obtener cualquier tipo de secciones, dibujando plantas y alzados automáticamente.
- Calcular el volumen, superficie, centro de gravedad, inercia, etc., de cada pieza, casi instantáneamente.

Cada una de estas operaciones suponía gran cantidad de tiempo, mientras que con el sistema CAD se realizan con sólo alterar un parámetro o elegir una determinada opción en un menú.

La Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE), consiste en un conjunto de aplicaciones informáticas que permite analizar cómo se comporta la pieza diseñada por el sistema CAD ante cambios de temperatura, esfuerzos de comprensión, tracción, vibraciones, etc. Esto permitirá seleccionar el material más adecuado para la pieza, así como efectuar las modificaciones necesarias para mejorar el rendimiento de la misma.

La posibilidad de realizar estas simulaciones antes de la existencia real de la pieza permite una reducción notable del tiempo necesario para la construcción de prototipos, sobre los que posteriormente se realizaban las pruebas para la selección de los materiales más adecuados. Antes del desarrollo del CAE un cambio de material suponía la construcción de un nuevo prototipo, en lo cual se empleaban varios días; con el CAE sólo supone alterar una serie de parámetros, operación que dura escasos segundos.

Aunque esta técnica no elimina por completo la necesidad de construir prototipos, sí reduce drásticamente el número de pruebas a realizar con dichos prototipos y constituye una ayuda para poder identificar en una fase temprana la fiabilidad, el rendimiento, determinados problemas de coste, etc.

La Ingeniería Asistida por Ordenador también es conocida como Elaboración Virtual de Prototipos o Virtual Prototyping, debido a que permite simular el comportamiento de la pieza de forma virtual.

Finalmente se lleva a cabo la Fabricación Asistida por Ordenador (CAM). Una vez que se ha concluido el diseño de la pieza y se han realizado las simulaciones sobre su comportamiento ante situaciones extremas, se procede a su fabricación. Es en este punto donde entra en acción el CAM, creando, a partir del diseño CAD, los dispositivos de control numérico, que controlarán el trabajo de las diferentes máquinas, de forma que el resultado coincida exactamente con el diseño realizado en el menor tiempo posible.

El sistema CAM también se encarga de simular el recorrido físico de cada herramienta, con el fin de prevenir posibles interferencias entre herramientas y materiales.

Todo este conjunto de posibilidades, que proporciona la tecnología CAM, acortan de forma considerable el tiempo de mercado, evitando tener que efectuar correcciones a posteriori en las características básicas del diseño.

Fabricación rápida de prototipos

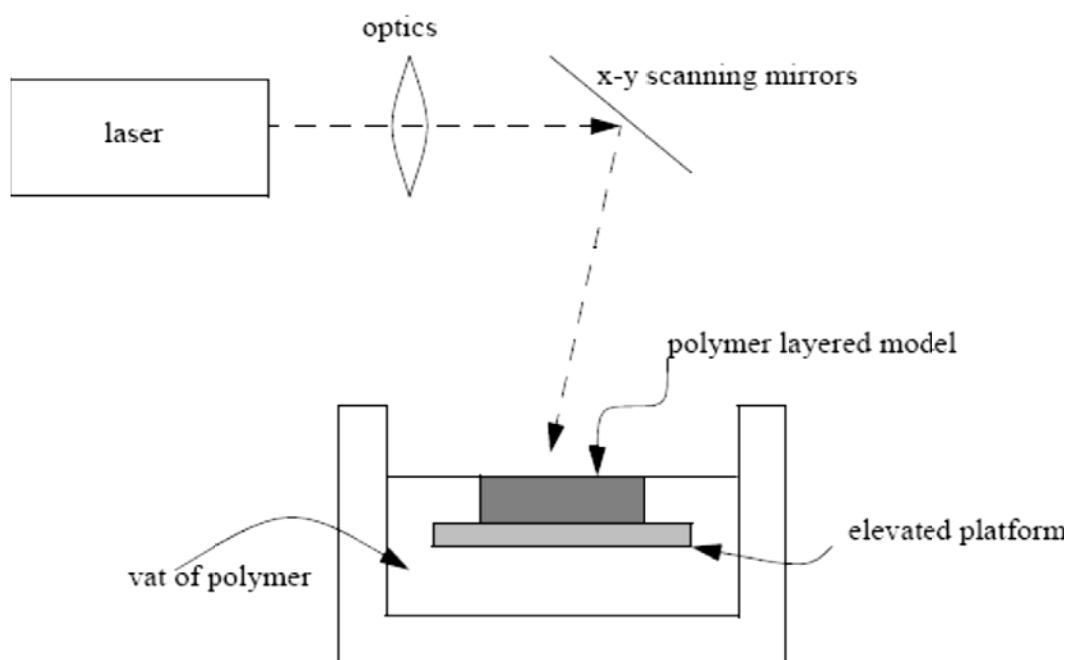
El diseño de un nuevo producto comienza con la definición del mismo. Una vez explicitadas las especificaciones técnicas del producto, el equipo de diseño y desarrollo procede a dar forma al conjunto de características determinadas en la definición del concepto. Para ello resulta de gran utilidad la tecnología CAD, es decir, el diseño asistido por ordenador, la cual nos permite modificar fácilmente el diseño con sólo modificar una serie de parámetros numéricos.

La siguiente fase consiste en dar forma física al diseño, es decir, dotar de cuerpo al diseño realizado vía CAD. Esta fase concluirá con la construcción de un prototipo del nuevo producto, que permitirá constatar los puntos fuertes y débiles del diseño, mediante la realización de diversos test sobre la funcionalidad y resistencia del producto.

Tradicionalmente para la fabricación de prototipos existía un equipo especializado en traducir los datos suministrados por los diseñadores en un modelo físico. Este proceso resultaba muy laborioso, retrasando de este modo en gran medida la fecha de lanzamiento del nuevo producto. Con la aparición de la Fabricación Rápida de Prototipos (Rapid Prototyping) el panorama cambió por completo. Este conjunto de técnicas nos permite construir prototipos directamente a partir de los datos generados por CAD, en cuestión de horas. Esto facilita que las sucesivas etapas del proceso de diseño y desarrollo, tales como pruebas, modificaciones del diseño, etc., puedan completarse en pocas semanas, en lugar de los meses y años que transcurrían en el caso de la fabricación tradicional de prototipos.

Algunas de las principales técnicas, englobadas dentro del concepto de fabricación rápida de prototipos son las siguientes:

1.- Estereolitografía (SLA). Esta técnica fue inventada por Charles Hull en 1984. La estereolitografía utiliza la estratificación para la construcción de un modelo de diseño. Consiste en usar un rayo de luz ultravioleta para curar una resina líquida fotopolimérica, es decir, endurecer un polímetro sensible a la luz. Un programa informático traduce un modelo CAD 3D en formato electrónico, organizando la información en capas, materializando así el modelo capa a capa. Una plataforma sumergida en un depósito tiene la capacidad de moverse verticalmente y el rayo UV dibuja sobre una pequeña capa la sección a construir. El material recorrido endurece formando el sólido. A continuación la plataforma baja, dejando otra capa para la sección siguiente. El sobrante de material líquido se puede utilizar en un próximo prototipo.



Esquema de la estereolitografía

Luego de construida la pieza se la limpia y termina de curar en un horno mediante luz intensa. La estereolitografía es considerada el proceso de mayor precisión y mejor acabado superficial.

Entre las ventajas de este proceso se puede nombrar:

- Puede realizarse sin supervisión.
- Gran nivel de detalle y precisión.
- Se pueden pegar piezas construidas por separado.

Entre las desventajas:

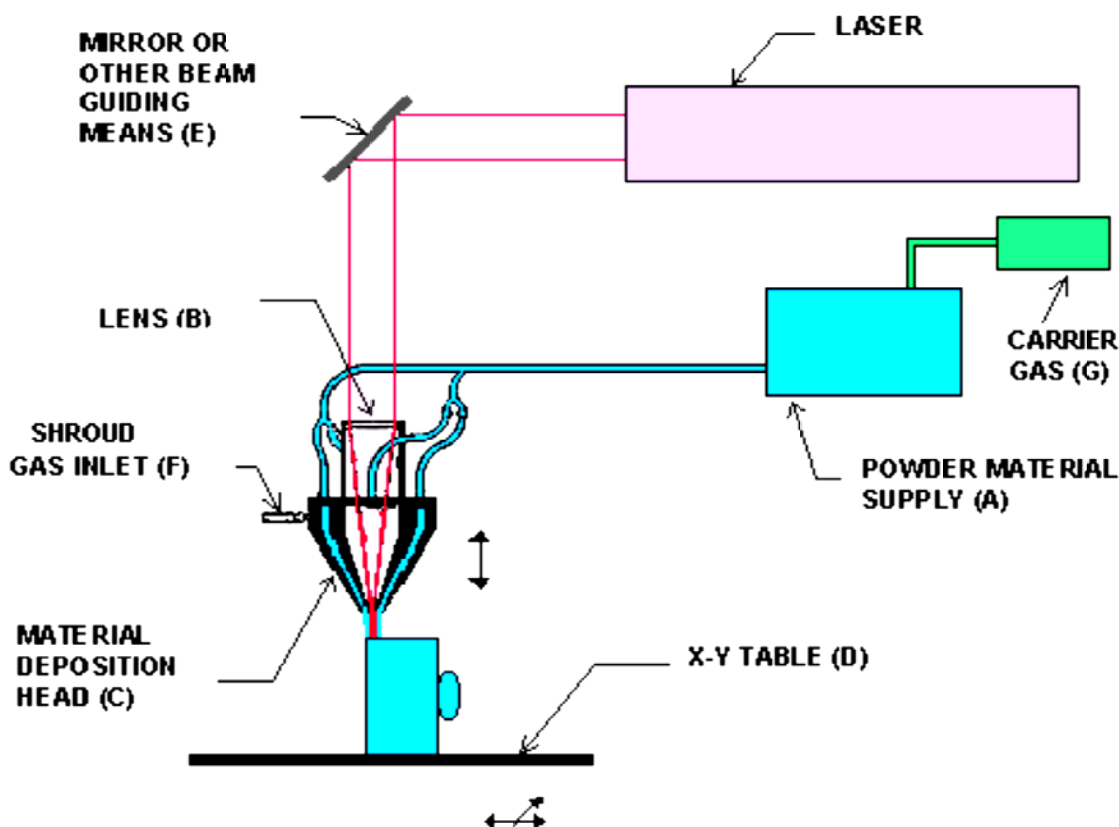
- Necesita un curado posterior.
- El polímetro se contrae durante el endurecimiento.

- Los químicos son tóxicos, por lo que las operaciones se hacen fuera de la vista y necesita ventilación para evacuar humos.
- El costo de los químicos es alto, ente 100 y 200 euros el litro.
- Generalmente se necesitan soportes.

Actualmente se investiga el agregado de fibras para aumentar la resistencia y tenacidad del material.

2.- Fusión laser. El fusionado láser permite fabricar prototipos metálicos densos con buenas propiedades mecánicas a velocidades razonables. Fue desarrollado por varias universidades y laboratorios de Estados Unidos y Europa.

Se utiliza un láser de gran potencia para derretir polvos metálicos que se suministran coaxialmente al foco del rayo. Una mesa con movimiento en dos ejes desplaza la pieza para crear cada capa.



Esquema de Fusión Laser

Pueden usarse materiales como acero inoxidable, cobre, aluminio o titanio. La potencia del láser varía según el material entre unos cuantos cientos de watts a 20KW. Las piezas terminadas generalmente necesitan un maquinado final.

3.- Sinterización selectiva por medio de láser (SLS). Este proceso, denominado SLS e inventado por Carl Deckard en 1986, se basa en sinterizar polvos en forma selectiva para construir prototipos de forma rápida por capas. Consta de dos plataformas, una de alimentación de polvo y la otra de formación de la pieza. Un sistema de rodillo se encarga de depositar sobre la plataforma de formación el polvo. El sinterizador consiste en un rayo láser infrarrojo automatizado que cubre la sección que resultara sólida. La cámara está sellada y se mantiene a una temperatura justo por debajo del punto de fusión del polvo.

El material de base, generalmente poliamidas, consiste en un polvo cuyas partículas miden casi 50 μm . Las sucesivas capas se van depositando unas sobre otras. El software de la máquina hace capas o secciones de hasta 0,08 Mm de espesor y las envía al escáner de la máquina que escanea la superficie, activando el láser de CO₂ sólo en aquellas zonas donde existe espesor de pieza. Durante la activación del láser, el material alcanza su temperatura de fusión. Cuando ha terminado una superficie entera, el rodillo añade una nueva capa de material y se procede a sinterizar la siguiente sección de la pieza. Así sucesivamente hasta que se termina de construir la pieza completa. Luego el resto del polvo sobrante debe ser extraído y puede reutilizarse.

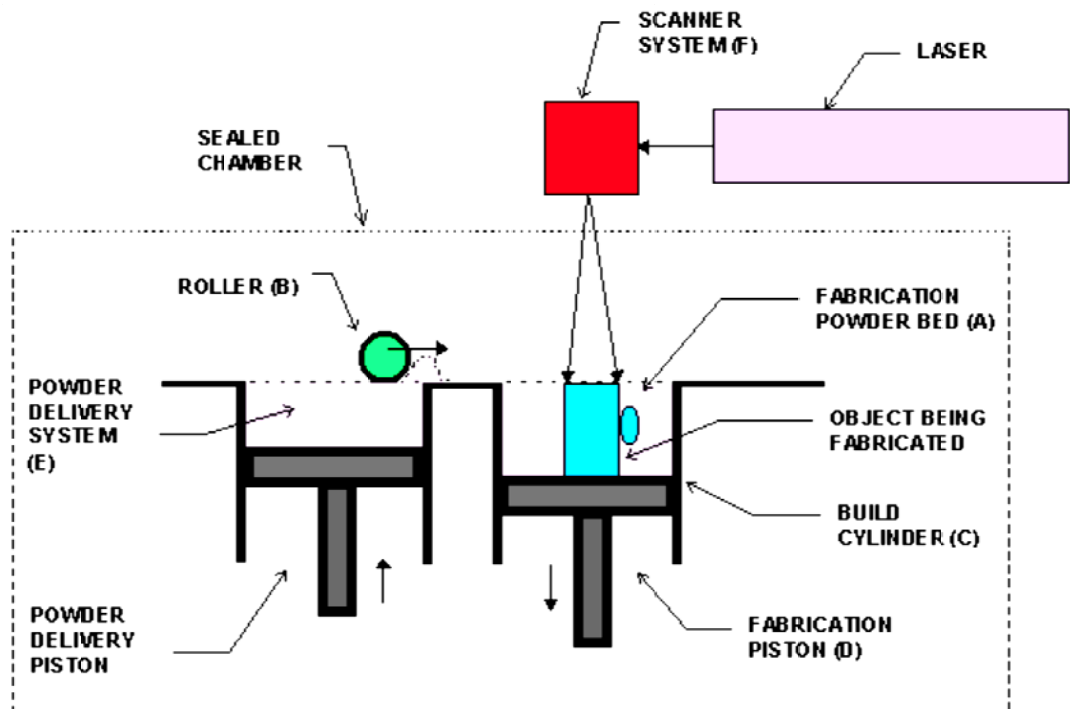
La pieza debe dejarse enfriar en la máquina y si se trata de grandes dimensiones, esta etapa puede durar hasta dos días.

Ventajas:

- Más firme que el SLA, se usa para fabricar piezas estructurales y funcionales, con buenas propiedades mecánicas.
- Soportan la humedad y temperaturas moderadamente elevadas (hasta 180° C) sin que se vean afectadas ni sus dimensiones ni las características del material.
- Debido a la inexistencia de columnas de soporte en la generación de las piezas, existe una mayor libertad de generación.
- Es posible anidar piezas (unas sobre otras en la misma cubeta).

Desventajas:

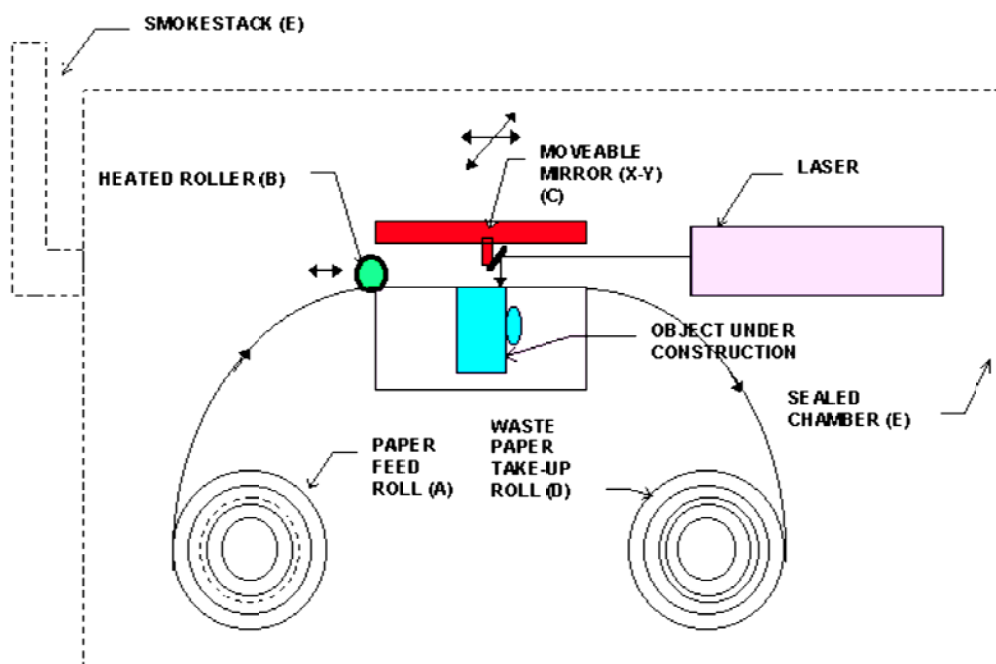
- Acabado superficial rugoso debido a las microesferas del material utilizado.
- Desviaciones dimensionales superiores a otras tecnologías, al realizar el proceso a temperaturas elevadas.



Esquema de SLS

Se están realizando investigaciones sobre nuevos materiales y láseres más potentes para polvos metálicos.

4.- Fabricación de objetos laminados (LOM). Fue desarrollado por Michael Feygin en 1985. Estos procesos consisten en pegar sucesivamente capas de papel o plástico con un pegamento térmico en el medio. Luego las formas deseadas se queman con un láser.

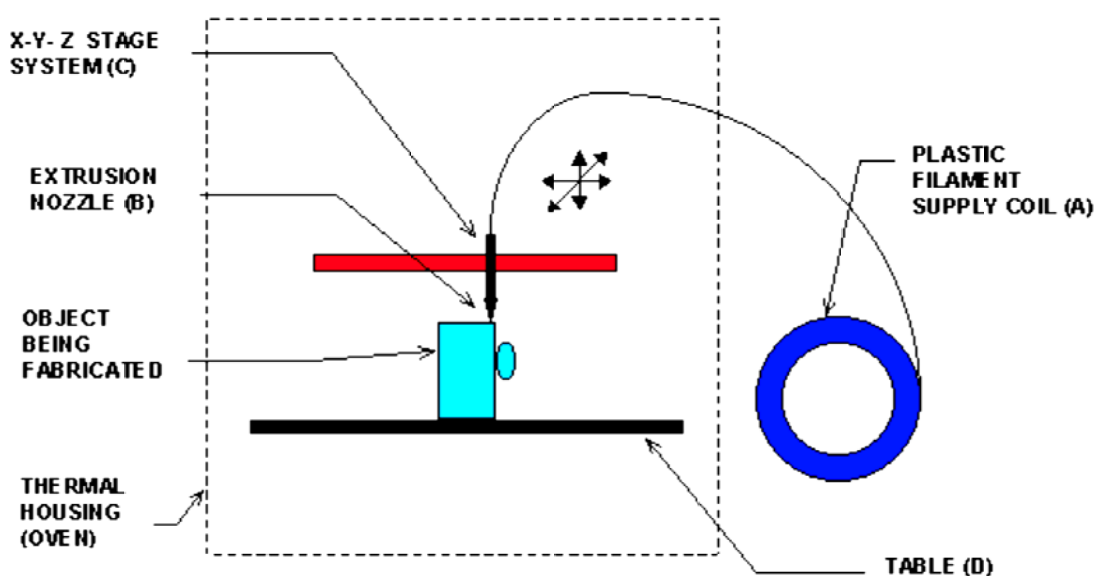


Debido a los materiales utilizados, son procesos económicos, orientados al prototipado de escritorio, y no se prestan a operaciones de manufactura posterior.

5.- Modelización por deposición en estado líquido (FDM). Uno de los principales sistemas de prototipado por aditivo es el modelado por deposición de material fundido o FDM. Fue desarrollado por Scott Crump. Consta de una mesa con movimiento vertical y un cabezal automatizado en dos movimientos planos ortogonales. El cabezal funciona como extrusor, alimentado por un filamento de material termoplástico de aproximadamente 1 mm y calentándolo hasta derretirlo. Cada sección o capa de la pieza se construye depositando este material sobre una base. Una vez completada la capa, la mesa baja para continuar con la siguiente.

La cámara se mantiene a una temperatura justo por debajo del punto de fusión del polímetro y entonces se necesita poca energía para derretirlo.

En algunas ocasiones debe tenerse en cuenta la necesidad de usar soportes durante la construcción de las piezas. Estos soportes se realizan con menos densidad de material de forma tal que luego pueden removerse fácilmente.



Esquema de FDM

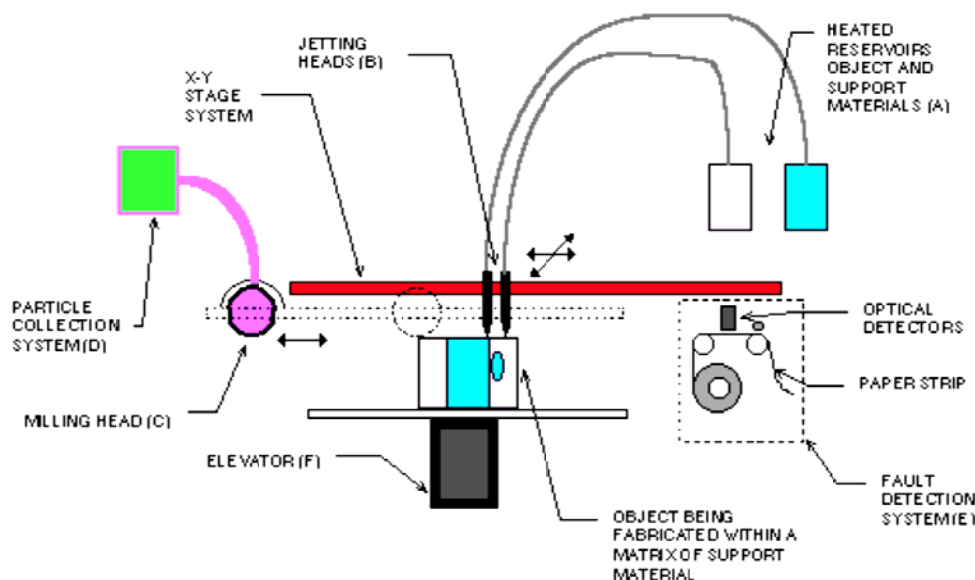
6.- Curado en base sólida o Solid Ground Curing (SGC). Este proceso, desarrollado en 1987 por Cubital Inc. en Israel, consiste en la fabricación de una máscara de vidrio que cubre una delgada capa de polímetro fotorreactivo. Para la fabricación de la máscara se la carga selectivamente y se la recubre con un material opaco, en forma parecida a la fotocopidora. El polímetro se endurece en las zonas expuestas mediante el uso de una luz UV. El polímetro sin curar se retira y se lo reemplaza por cera líquida, que al contacto con la superficie fría endurece. A continuación se maquina la capa para lograr el espesor correcto y la planitud deseada. Este proceso

está más optimizado en tiempos que los nombrados anteriormente, sin embargo resulta de los más costosos.

Alguna de sus ventajas son:

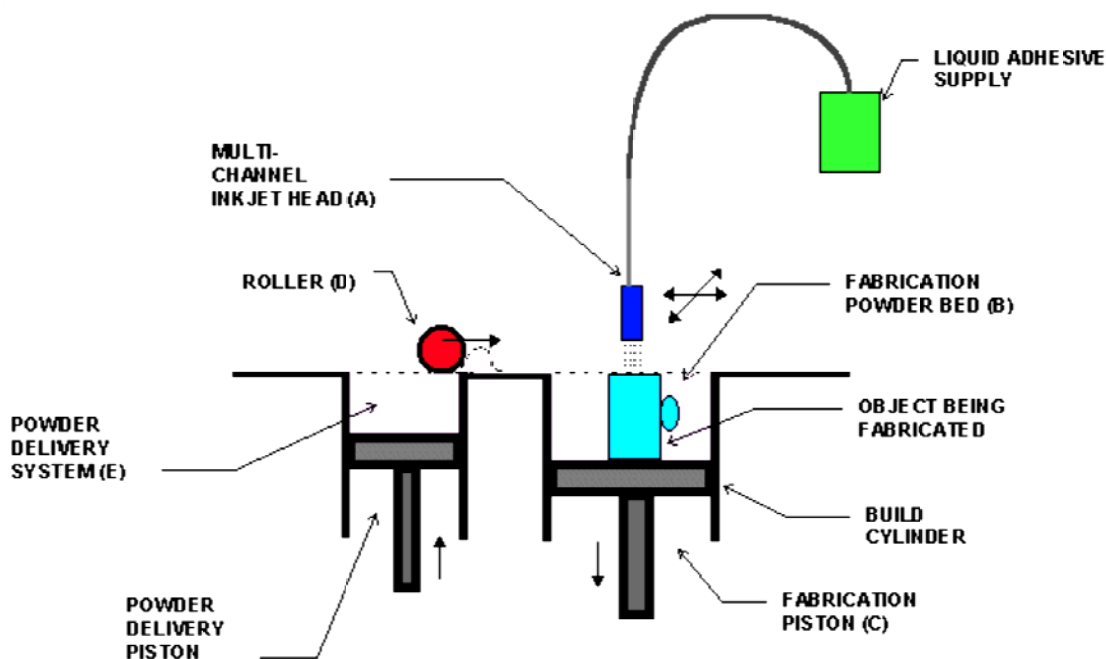
- No necesita tiempo de curado posterior.
- Puede interrumpirse un trabajo, realizar otro y luego terminar el primero.
- No se necesitan soportes ya que la cera realiza esa tarea.

7.- Manufactura con partículas balísticas. Este proceso, desarrollado por BPM Technology, se asemeja en mucho a una impresora de chorro de tinta. Uno o varios cabezales arrojan un chorro de material plástico, cerámico, metal o cera, hacia una superficie. Las gotitas son del orden de $50\mu\text{m}$ y se lanzan con una frecuencia de 10.000 Hz. Los cabezales están automatizados y se mueven en dos ejes mientras que un elevador mueve la pieza verticalmente. Luego de completada una sección otro cabezal uniformiza el ancho.



Esquema de Manufactura con partículas balísticas

8.- Sistemas de impresión en 3D. Este proceso fue desarrollado en el MIT y se muestra esquemáticamente en la figura. Consiste en distribuir un polvo sobre una superficie y luego aplicar selectivamente un adhesivo para endurecer la sección deseada. Esto se realiza secuencialmente moviendo los pistones, hasta que la pieza se completa.



Esquema Sistema Impresión en 3D

Una ventaja de este proceso es que las piezas pueden colorearse durante el proceso, mediante tinturas. Además, el polvo sin endurecer funciona como soportes y elimina la necesidad de usar soportes externos. Es económico, rápido y se logran geometrías complejas.

1.5.10 Obsolescencia programada

Se denomina obsolescencia programada u obsolescencia planificada a la determinación, planificación o programación del fin de la vida útil de un producto o servicio de modo que este se torne obsoleto, no funcional, inútil o inservible tras un período de tiempo calculado de antemano, por el fabricante o empresa de servicios, durante la fase de diseño de dicho producto o servicio. La obsolescencia programada tiene un potencial considerable y cuantificable para beneficiar al fabricante dado que el producto va a fallar en algún momento, obligando al consumidor a que adquiera otro producto nuevamente, ya sea del mismo productor (mediante la adquisición de una parte para reemplazar y arreglar el viejo producto o mediante la compra de un modelo del mismo más nuevo), o de un competidor, factor decisivo que también se prevé en el proceso de obsolescencia programada.

Para la industria, la obsolescencia programada estimula positivamente la demanda al alentar a los consumidores a comprar de forma artificialmente acelerada nuevos productos si desean seguir utilizándolos. La obsolescencia programada se utiliza en una alta diversidad de productos. Existe el riesgo de una reacción adversa por parte de los consumidores al

descubrir que el fabricante invirtió en diseñar que su producto se volviese obsoleto más rápidamente, haciendo que sus consumidores cambien a la competencia, basando su elección en la durabilidad y calidad del producto.

La obsolescencia programada fue desarrollada por primera vez entre 1920 y 1930, momento en el que la producción en masa empieza a forjar un nuevo modelo de mercado. De las nuevas máquinas salían mercancías mucho más baratas y eso era fantástico para los consumidores. Entonces comenzó la cultura de usar y tirar, la sociedad de consumo.

Los fabricantes comenzaron a acortar la vida de los productos para aumentar las ventas. Diseñadores e ingenieros se vieron forzados a adoptar nuevos valores y objetivos, tuvieron que empezar de nuevo para crear productos más frágiles. Los ejemplos son muchos, como las medias que en 1940 creó Dupont. Eran de nylon, un material resistente y duradero, al no romperse, duraban mucho tiempo. Esto implicaba que no se venderían muchas unidades, así que tuvieron que inventar materiales más frágiles. Esto resultaba frustrante para los científicos e ingenieros, que debían utilizar sus conocimientos para crear productos inferiores. Otro ejemplo, que es la primera víctima de la obsolescencia programada, es el de las bombillas. En 1924 se creó en Ginebra el cartel mundial para controlar la producción de bombillas, se llamó Phoebus y oficialmente nunca llegó a existir. Phoebus incluía a los principales fabricantes, estos intercambiaban patentes, controlaban la producción y los consumidores. Todavía esa idea como institución sigue existiendo. Se patentaron bombillas que duraban hasta 100000 horas, pero esto implicaba que no las venderían regularmente, por lo tanto redujeron su vida a 1000 horas, bajo multas para los fabricantes que incumplieran esta norma. Este hecho garantizaba que se producirían compras frecuentes y repetidas. Hoy en día todavía existe una bombilla en California que se encendió en 1901 y permanece alumbrando desde entonces. Fue fabricada en 1895 en Shelby, Ohio. Su filamento fue invento de Adolphe Chaillet. Como ejemplos más recientes se pueden destacar la vida de las baterías de los aparatos electrónicos como móviles, reproductores de música... En este campo, los consumidores ganaron una batalla a Apple, ya que la batería de los iPod estaba diseñada para que durara un año y la política de la empresa era que el consumidor comprase un aparato nuevo. Pusieron una demanda colectiva, llegando de esta manera la obsolescencia programada a los tribunales. Se demostró lo que denunciaron los consumidores y Apple proporcionó un servicio de recambio y aumentó la garantía a 2 años.

La obsolescencia programada es el motor secreto de la sociedad de consumo, un modelo de negocio. Hay 3 instrumentos fundamentales que definen a esta sociedad, la publicidad, la propia obsolescencia programada y el crédito. Nuestro papel dentro de este estilo de vida, parece limitarse a pedir créditos y comprar cosas que realmente no necesitamos. Nuestra sociedad está dominada por una economía de crecimiento, cuya lógica no es crecer para satisfacer las necesidades, sino crecer por crecer. Si la gente no compra, la economía no crece. La obsolescencia programada está en la raíz del crecimiento. No es sostenible a largo plazo este sistema, porque se basa en una contradicción. Quien crea que un crecimiento ilimitado es compatible con un planeta limitado o está loco o es economista. El drama es que ahora todos somos economistas. Mucha gente se da cuenta de que las cosas tienen que cambiar cuando los políticos dicen que consumir es la mejor medida para reactivar la economía. Se puede decir que con la sociedad de crecimiento estamos montados en un bólido que, claramente, ya nadie pilota, que va a toda velocidad y cuyo destino es chocar contra un muro o caer por un precipicio.

La elección de fabricar productos que se vuelvan obsoletos de manera premeditada puede influir enormemente en la decisión de cierta empresa sobre su arquitectura interna de producción. Así, la compañía tiene que sopesar si utilizar componentes tecnológicos más baratos satisface o no la proyección de vida útil que estén interesados en darle a sus productos. Estas decisiones forman parte de una disciplina conocida como ingeniería del valor.

El empleo de la obsolescencia programada no siempre es tan fácil de determinar, y se complica aún más al entrever otros factores relacionados como pueden ser la constante competencia tecnológica o la sobrecarga de funciones que si bien pueden expandir las posibilidades de uso del producto en cuestión también pueden hacerlo fracasar rotundamente.

Hoy en día la obsolescencia programada se enseña en las escuelas de diseño e ingeniería. El ciclo de vida del producto es el eufemismo moderno de la obsolescencia programada.

Obsolescencia por modas

Existe otro tipo de obsolescencia: aquella que vuelve obsoleto a un bien de consumo porque ha dejado de estar de moda. Por ejemplo los colores, formas y materiales de la ropa que hablan sobre la temporada en la que fueron adquiridos. Se basa en los deseos de los consumidores de poseer algo un poco más nuevo. Esta forma de obsolescencia puede ser aplicada a cualquier bien. Este enfoque de la obsolescencia programada nació hacia 1950. No se trata de obligar al consumidor a comprar, sino de seducirlo y que consuma por su propia voluntad. Esto se consigue mediante diseños que transmiten velocidad y modernidad, creando productos con carácter, que provocan al consumidor a comprar. Se trata de crear un consumidor insatisfecho con el producto que ha disfrutado y que compre lo más nuevo con la imagen más nueva. No trata de que los productos fallen intencionadamente, trata que la gente se fije mas en el aspecto de las cosas, prestando atención a todo lo nuevo, bonito y moderno.

Desechos y contaminación: problema medioambiental

El objetivo de la obsolescencia programada es el lucro económico inmediato, por lo que el cuidado y respeto del aire, agua, medio ambiente y por ende el ser humano, pasa a un segundo plano de prioridades. Cada producto que se vuelve obsoleto, supone contaminación. Es un evidente problema del actual sistema de producción y económico: no se ajusta en absoluto a la armonía y equilibrio de la naturaleza en la que vivimos. Este modelo provoca un flujo constante de residuos que acaba en países del tercer mundo. Un tratado internacional prohíbe estas prácticas, pero los declaran productos de segunda mano y son enviados a estos países como tales. El 80% de esos residuos no se pueden reparar, por lo tanto acaban en vertederos, con el correspondiente impacto medio ambiental que esto supone. Así estos países se llenan de residuos que no pueden tratarlos y se convierten en el basurero del mundo. El planeta no puede soportar esto para siempre, ya que los recursos naturales y energéticos de los que disponemos son limitados.

El procedimiento suele ser el siguiente: uno de los aparatos de uso habitual falla y cuando el dueño lo lleva a reparar, en el servicio técnico le dicen que le sale más rentable comprarse uno nuevo que arreglarlo. Usualmente, el precio de la mano de obra, las piezas estropeadas y el montaje suele costar un poco menos que adquirir uno nuevo, por ello normalmente el usuario suele desechar el producto averiado y comprarse uno nuevo. El problema se basa en la gran cantidad de residuos que se originan actualmente al realizarse este fenómeno una y otra vez, cada día, en todo el mundo.

Somos casi 7000 millones de habitantes en este planeta, y el número sigue creciendo, ya que hay un aumento poblacional de 210.000 personas por día. Lo difícil es que producimos 1 kg de basura diaria, por lo que se genera alrededor del mundo 7.000.000 toneladas de desechos en tan sólo un día. De éstos un amplio número de residuos no son biodegradables y el tiempo que transcurre hasta que podemos hablar de una descomposición al menos parcial puede ser muy prolongado, además de que muchas veces los residuos son altamente contaminantes; lo que influye tanto en la permanencia de la madre naturaleza como en la salud de sus habitantes.

Gente de todo el mundo ha comenzado a actuar contra la obsolescencia programada. Bien mediante recopilación de información y denuncias, bien encontrando la manera de alargar la vida de los productos, bien ayudando a compartir ideas de negocio y diseño basadas en la idea de la reparación.

Alternativas

Cada vez más dependemos de objetos para nuestra identidad y autoestima. Eso es consecuencia de la crisis de aquello que solía darnos identidad, como la relación con la comunidad o la tierra. O aquellas cosas sencillas que el consumismo ha reemplazado. Si la felicidad dependiera del nivel de consumo, deberíamos ser absolutamente felices, porque consumimos 26 veces más que en tiempos de Marx. Pero las encuestas demuestran que no es así, la felicidad es siempre subjetiva.

Una posible alternativa sería realizar diseños de productos de larga duración. No hay un mundo ecológico y un mundo de negocios. Negocio y sostenibilidad han de ir de la mano. De hecho, es la mejor base para un negocio.

También se puede luchar contra la obsolescencia programada replanteando la ingeniería y la producción de los productos. Si las fábricas funcionasen como la naturaleza, la propia obsolescencia quedaría obsoleta. Cuando se habla de proteger el medio ambiente siempre se piensa en recortar, renunciar, reducir. Pero en primavera la naturaleza ni recorta ni renuncia. El ciclo natural produce en abundancia, pero las flores caídas y las hojas secas no son residuos, sino nutrientes para otros organismos. La naturaleza solo produce nutrientes, no residuos. La industria puede imitar el ciclo vital de la naturaleza, mediante la utilización de materias primas biodegradables. En una sociedad de despilfarro, un producto de vida corta crea un problema de residuos. Si una sociedad produce nutrientes, los productos de vida corta se convierten en algo nuevo.

Para los críticos más radicales de la obsolescencia programada no basta con reformar los procesos productivos, quieren replantear nuestra economía y nuestros valores. Plantean

una revolución, una revolución cultural, porque es un cambio de paradigma y mentalidad. Esta revolución se llama decrecimiento. El decrecimiento es un eslogan provocador que intenta romper con el discurso eufórico del crecimiento viable, infinito y sostenible. Intenta demostrar la necesidad de un cambio de lógica. La esencia del decrecimiento se puede resumir en una palabra: reducir. Reducir nuestra huella ecológica, el despilfarro, la sobreproducción y el sobreconsumo. Los críticos del decrecimiento temen que destruiría la economía y nos llevaría de vuelta a la edad de piedra. La sociedad del decrecimiento hace realidad la visión de Ghandi: “El mundo es suficientemente grande para satisfacer las necesidades de todos, pero siempre será demasiado pequeño para la avaricia de algunos”.

1.5.11 La ergonomía en el diseño

En la actualidad, existen diversas definiciones de la ergonomía, de la Asociación Internacional de Ergonomía, de la Asociación Española de Ergonomía, de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)... La ergonomía en la industria se puede abordar desde dos ámbitos, el diseño de productos y el diseño de los puestos de trabajo. En este apartado se abordará este tema desde el punto de vista del diseño del producto, la ergonomía del producto. De esta manera se define esta ciencia como: “La disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos de un sistema (productos), y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y todo el desempeño del sistema.” Es la definición que da el consejo de la International Ergonomics Association (IEA).

El objetivo de este ámbito son los consumidores, usuarios y las características del contexto en el cual el producto es usado. El estudio de los factores ergonómicos en los productos, busca crear o adaptar productos y elementos de uso cotidiano o específico de manera que se adapten a las características de las personas que los van a usar. Es decir, potenciar la comodidad y la economía de esfuerzos que el objeto pueda reportar al usuario.

El diseño ergonómico de productos trata de buscar que éstos sean: eficientes en su uso, seguros, confortable, adaptados al cuerpo humano, que contribuyan a mejorar la calidad de vida, que no generen daños, que en la configuración de su forma indiquen su modo de uso y que estéticamente sean correctos.

Para lograr estos objetivos, la ergonomía utiliza diferentes técnicas en las fases de planificación, diseño y evaluación. Algunas de esas técnicas son: recopilar información de los usuarios acerca de sus necesidades y costumbres, análisis funcionales, biomecánica, datos antropométricos del segmento de usuarios objetivo del diseño, ergonomía cognitiva y análisis de los comportamientos fisiológicos de los segmentos del cuerpo comprometidos en el uso del producto. A continuación se detallan algunas técnicas:

- Biomecánica: es el área de la ergonomía que se dedica al estudio del cuerpo humano desde el punto de vista de la mecánica clásica y la biología, pero también se basa en el conjunto de conocimientos de la medicina del trabajo, la fisiología, la antropometría y la antropología.
- Antropometría: es una de las áreas que fundamentan la ergonomía, y trata con las medidas del cuerpo humano, refiriéndose que se refieren al tamaño del cuerpo, forma, fuerza y capacidad de trabajo.

- Ergonomía cognitiva: trata temas tales como el proceso de recepción de señales e información, la habilidad para procesarla y actuar con base en la información obtenida, conocimientos y experiencia previa.

Al considerar el diseño del producto, los diseñadores pueden reconocer las necesidades especiales de los diferentes usuarios, incluyendo personas con discapacidades, a esta disciplina se le denomina ergonomía de necesidades específicas.

1.5.12 La estética en el diseño

Son muchos los factores que conducen a una persona a tomar esta decisión de compra de un determinado producto. Algunos de ellos, como la ergonomía, el cuidado del medio ambiente, o el factor funcional, ya han sido mencionados en capítulos anteriores. Todos ellos son cuantificables, y fácilmente definibles. Pero el factor estético, sin ser tan claro y objetivo como los anteriores, es también determinante en la decisión de compra.

Algunos ingenieros tienden a menospreciar este aspecto del producto, pero si partimos de cómo es el proceso de compra de un producto, se refleja la gran importancia que tiene tener en cuenta la estética a la hora de diseñar el producto. Para que el diseño de un producto tenga éxito, debe provocar en primer lugar una atracción inicial. Pero sólo con esto no es suficiente, y es aquí donde fracasan muchos productos, ya que el ardid efectivo consiste en mantener la relación después de que se dé aquel primer arrebató de entusiasmo. Cuando se hace que algo sea deliberadamente bonito, y lo bonito es algo superfluo e irrelevante para la tarea que debe realizarse, lo que se obtiene es frustración, irritación y resentimiento. Por eso la funcionalidad, la usabilidad y la estética se deben combinar e integrar en el producto, para que éste sobreviva al tiempo.

Es tal el interés por la estética en los productos industriales, y su importancia ha crecido tanto, que incluso algunos autores proponen incorporarla de forma sistemática al proceso de diseño. El valor de la estética depende básicamente de la actitud y del sentimiento del hombre hacia las cosas. Tanto la actitud como el sentimiento estéticos están fuertemente condicionados por la formación y por la capacidad de percepción. El diseñador debe ser consciente de toda esta complejidad psicológica y para ello debe presentar una gran sensibilidad. Cuanta más rica sea la sensibilidad cultural del diseñador, mayores posibilidades tendrán de ser válidos los resultados estéticos. Los componentes de la estética están relacionados con el gusto, con el placer, con la sensación y con multitud de parámetros individuales, sociales, culturales e históricos.

Los objetos tienen un contenido estético que es percibido por el hombre por medio de mensajes, modificando su actitud y sus sentimientos. Estos mensajes están implícitos en los objetos en forma de signos y actúan como elementos de un lenguaje cuyas leyes y cuyos efectos no siempre pueden reconocerse con claridad. Por ello, el conjunto de mensajes transmitidos por un objeto es generalmente difícil de interpretar. De todos los mensajes que recibimos a través de los objetos, la mayoría se producen por medio del sentido de la vista, lo que se denomina comunicación visual. Por lo tanto, al tratar la estética, se tratará principalmente el tema de la comunicación visual.

Actualmente y con el objetivo de generar un incremento potencial de ventas, una vez seleccionado un determinado perfil de usuario se hace necesario conocer los valores inmateriales que ese colectivo concreto de consumidores demanda. Una vez conocidos los aspectos socio-culturales, se debe además poder ejercer un control sobre ellos con el fin de plasmarlos en un determinado diseño del modo que mejor se valoren. Sin embargo, la investigación para el estudio de los aspectos simbólicos y culturales es muy reciente y se podría afirmar que su integración a nivel estratégico rara vez se produce en una empresa. Para que esto pudiera suceder, debería de existir un lenguaje común para que los aspectos simbólicos y de forma del producto resulten fácilmente comprensibles e interpretables por todos los agentes involucrados en el diseño. Además de existir un método científico, rápido y sistemático a través del uso de aplicaciones informáticas que permitiera analizar de forma sencilla el valor simbólico que el usuario atribuye a los diversos productos. De este modo, la integración de la componente estética como un factor más a tener en cuenta desde la concepción de productos industriales podría eliminar la ambigüedad de sus planteamientos actuales.

Concepto de estética

El término estética deriva de la palabra griega *aisthesis*, que significa sensación, conocimiento obtenido a través de la experiencia sensible. Sin embargo, hoy en día se refiere a una rama de la filosofía que se ocupa de analizar y resolver todas aquellas cuestiones relativas a la belleza y al arte en general. Es por tanto una ciencia de lo bello o una filosofía del arte. La estética se ocupa también de la cuestión de si estas cualidades están de manera objetiva presentes en las cosas, a las que pueden calificar, o si existen sólo en la mente del individuo; por lo tanto, su finalidad es mostrar si los objetos son percibidos de un modo particular o si los objetos tienen, en sí mismos, cualidades específicas o estéticas.

La estética se encuadra mejor en la psicología que en el arte, del que pretende ser la filosofía. Y esa es en efecto la raíz de la estética, la percepción; porque al fin y al cabo las cosas son para nosotros como las percibimos, tanto si coincide nuestra percepción con la realidad, como si no. Pero no se detiene ahí la estética, puesto que se ve obligada a estudiar y definir qué formas han de tener las cosas para que sean percibidas como bellas por la mayoría. Y aquí tenemos un nuevo elemento distorsionador: la percepción de la mayoría induce a determinar que la sensación que percibe cada uno, tiene tanto más altas garantías de objetividad, cuantos más son los que coinciden en una misma forma de percepción.

¿Cuáles son hoy día los ideales de estética en los productos? A lo largo de la historia ha ido habiendo diferentes modelos en cuanto a la estética se refiere. Actualmente estos modelos son impulsados por los medios de comunicación de masas y observamos como conviven varios modelos en un mismo espacio y tiempo. Hemos encontrado que se ha considerado un objeto bello en base a sus proporciones formales y a su textura; en otros casos se daba si el objeto producía placer en una búsqueda por la satisfacción del ser humano ante una total subjetividad dependiente del agrado o no del observador; también se ha recurrido a encontrar la belleza en la espiritualidad, en el interior; también la hemos encontrado en algunos períodos de la historia en la ornamentación y en lo desproporcionado o asombroso; en otros momentos se ha recurrido al valor comercial del objeto aludiendo al prestigio que proporcionaba; también se ha estimado bello a los productos u objetos que perduraban en el tiempo; en ocasiones el valor mayor de elemento de belleza fue la función

social que podía promover; en otros casos fue el manejo e interacción, centrándolo en el uso idóneo y función correcta; también hemos encontrado la irradiación de sentimientos y generación de emociones como elemento fundamental en esa apreciación de lo bello. Actualmente conviven todos estos escenarios.

Ante esta amalgama de situaciones nos encontramos con un elemento importante a tener en cuenta y es el del entorno. Un mismo producto se verá mejor o peor según el contexto en el que se encuentre y este aspecto parece fundamental y deriva hacia elementos psicológicos, sociales y culturales. Por lo tanto parece lógico pensar que en el diseño actual estos elementos cobren gran importancia y en algunos casos se intente personalizar los productos según el mercado de destino.

Tener presentes todos estos aspectos y relacionarlos con diferentes entornos será la línea probable de actuación dentro del campo de la Innovación y el Diseño, sin descuidar los elementos de moda, ya sean en base a determinadas líneas formales, acabados superficiales o nuevas necesidades.

Comunicación visual

A través de la vista se percibe tanto la forma como el color de los objetos, por medio del tacto se aprecia su textura y con el oído, el olfato y el gusto se perciben, respectivamente, el sonido, el olor y el sabor. Estas son las sensaciones básicas que se perciben a través de los sentidos, pero aún hay más sensaciones que también son percibidas a través de los sentidos, como es la sensación térmica (calor o frío).

Ocurre que las sensaciones, transmitidas por los objetos, van asociadas unas a otras y, por tanto, el mensaje que emiten se complica. Así, una forma, que transmite las sensaciones de peso, volumen, proporción, etc., se ve modificada por el color pues éste puede transmitir sensaciones que la refuercen o que la trasformen. Por ejemplo, un objeto pesado puede parecer más ligero con tonos claros, y más pesado aún con tonos fuertes. De todos los mensajes que recibimos a través de los productos, la mayoría se producen por medio del sentido de la vista. Por ello, uno de los principales temas a estudiar para comprender y aplicar el lenguaje estético en el producto de forma adecuada, es el de la comunicación visual.

La comunicación visual se produce por medio de mensajes visuales, es prácticamente todo lo que ven nuestros ojos. Imágenes, formas, colores... que tienen un valor distinto según el contexto en el que están insertas, dando informaciones diferentes. Además el modo de percibir esta información no es igual para todo el mundo.

La comunicación visual puede al mismo tiempo ser examinada bajo dos aspectos: el de la información estética y el de la información práctica. El mensaje es estético cuando la información percibida se refiere a las formas, volúmenes y color del objeto. Sin embargo, es práctico, cuando el receptor capta aspectos fundamentalmente útiles. En general, los productos industriales contienen mensajes de los dos tipos. El conjunto de mensajes transmitido por un producto es, en muchos casos, difícil de interpretar.

El diseñador debe dominar el lenguaje visual, debe poseer los suficientes conocimientos para poder configurar un producto, darle forma, color, textura, etc., de manera que la información que suministre esté ajustada a su valor de uso. Este lenguaje visual es la base de la creación del diseño desde un punto de vista estético. Las cosas u objetos tienen un contenido estético, el cual es percibido por el hombre por medio de mensajes, y modifica su actitud y sus sentimientos. Estos mensajes están implícitos en los objetos en forma de signos y actúan como elementos (generalmente mudos) de un lenguaje cuyas leyes y cuyos efectos no siempre pueden reconocerse con claridad.

La tarea del diseñador es la de traducir las distintas funciones de un producto en signos de manera que puedan ser comprensibles por el usuario potencial. Para ello se precisa que el diseñador en particular esté familiarizado con el repertorio de signos del usuario correspondiente, es decir, que entienda los supuestos culturales de los signos utilizados. El diseñador tiene el papel del especialista para la formulación del lenguaje del producto correspondiente. Existen actualmente instrumentos, fundamentados en conocimientos sociológicos y psicológicos, que el diseñador puede utilizar para obtener un buen diseño.

Es cierto que un buen gusto personal y una gran sensibilidad hacia las relaciones visuales pueden ayudar en gran manera al diseñador en su trabajo, pero también es cierto que existen principios, reglas o conceptos, en lo que se refiere a la organización visual, que son de gran ayuda para un diseñador. El lenguaje visual carece de leyes obvias. Por ello, se pueden encontrar diferentes puntos de vista y cada teórico del diseño puede poseer un conjunto de descubrimientos distintos por completo.

Dentro de la comunicación visual existen dos especialidades de diseño:

- El diseño bidimensional: trata de organizar la información para que el mensaje comunicacional alcance al usuario en forma clara y unívoca. Es el mundo del diseño gráfico. Elementos que lo caracterizan:
 - a) Los elementos conceptuales: punto, línea, plano, volumen.
 - b) Los elementos visuales: figura, tamaño, color y textura.
 - c) Los elementos de relación: posición, dirección, espacio y gravedad.
- El diseño tridimensional: engloba todo el universo objetual y se confunde con el diseño industrial. Elementos que lo caracterizan:
 - a) Los elementos conceptuales: punto, línea, plano, volumen.
 - b) Los elementos visuales: figura, tamaño, color y textura.
 - c) Los elementos de relación: posición, dirección, espacio y gravedad.
 - d) Los elementos constructivos: vértice, filo, cara.

Es más complicado que el diseño bidimensional porque deben considerarse simultáneamente varias perspectivas desde ángulos distintos y porque muchas de las complejas relaciones espaciales no pueden ser fácilmente visualizadas sobre el papel. Pero es menos complicado que el diseño bidimensional porque trata de forma y materiales tangibles en un espacio real, así que todos los problemas relativos a la representación ilusoria de formas tridimensionales sobre un papel (o cualquier otra superficie lisa) pueden ser evitados.

Siendo la comunicación visual la principal baza de la estética, se estudiarán tres factores estéticos fundamentales en el diseño: la forma, el color y la textura. A la hora de abordar el concepto de la forma, es primordial estudiar las bases de la Teoría de la Gestalt, a partir de las cuales se definen las leyes de la psicología de la forma y su aplicación al diseño industrial.

Teoría de la forma o de Gestalt

La teoría de la forma es una de las primeras teorías importantes sobre las relaciones entre sensación y percepción. Esta teoría ha hallado múltiples aplicaciones en las investigaciones conceptuales de productos. Sin embargo, la psicología de la percepción ha evolucionando considerablemente desde principios de este siglo, superando ampliamente las discusiones del gestaltismo. Ya no se puede admitir que todo se explica por leyes fisiológicas de equilibrio, sin embargo, la teoría de la forma aporta ideas de gran importancia para la concepción del producto, por lo que es apropiado ver cuáles eran los fundamentos de esta teoría. Para el diseñador esta teoría da una noción de globalidad en la percepción.

Se han llegado a describir más de 100 leyes de la Gestalt. En éstas se mostraba cómo en la percepción surgen las así llamadas globalidades. Estas leyes de la forma constituyen, incluso en nuestros días, la base de la que dispone el diseñador para la generación de efectos globales perceptivos.

Gestalt significa forma en alemán. Se considera que Von Ehrenfels, filósofo vienés de fines del siglo XIX, fue el precursor de la psicología de la Gestalt. Esta corriente psicológica elaboró una teoría, basada en sus experiencias, relativas a la percepción en los animales y en el hombre, que constata que un elemento cambia de significado según se encuentre en un conjunto o en otro. Es decir, la misma figura en un cuadro diferente no parece la misma. Observó además, que el todo es percibido antes que las partes que lo forman. La forma corresponde al modo en que las partes se integran en el todo. El valor de cada elemento viene determinado por su participación en el conjunto, pero al cambiar un elemento se modifica el conjunto.

Nuestras estructuras mentales organizan el campo perceptivo según leyes de equilibrio propias del sistema nervioso central. Estas leyes son las de simplicidad, regularidad, proximidad y simetría, y tienden a estructurar las sensaciones entre los objetos percibidos para hacerlos armónicos. El aporte más importante de la Teoría de la Gestalt es el de haber establecido que toda percepción es global y no aislada y fuera de contexto.

Como ya se ha señalado, se han definido muchas leyes de Gestalt, las cinco más importantes son esta: ley de transposición (las modificaciones introducidas no alteran la estructura, la forma permanece. Una parte de un todo es otra cosa que esta parte aislada o integrada en otro todo), ley de figura y fondo (una figura es lo que ofrece un contorno o frontera, se diferencia respecto del fondo, está organizado. El contraste permite diferenciarlos, la clave está en la luz), ley de segregación de unidades (reagrupaciones, orientación de elementos, distancia y similitud), el concepto de pregnancia (hay una estructura que predomina. Es una forma visualmente fuerte. Es la que se percibe más rápidamente, está estructurada, es simple y simétrica) y la ley de jerarquización (la mirada

distingue lo principal y lo secundario, vemos las formas que menos esfuerzo nos supone. En esto influye la cultura, costumbre y motivación).

Color y textura

Estamos rodeados de colores. Estos forman parte de la vida misma, y el ser humano es uno de los seres privilegiados de la naturaleza por poder disfrutar de ellos. Recibimos constantemente impresiones de color por medio de nuestra vista, y estas impresiones tienen la facultad de excitarnos, de tranquilizarnos, de ponernos de buen humor o de inspirarnos pena. Las reacciones de la persona ante las sensaciones cromáticas son involuntarias y meramente subconscientes. El color no tiene materialidad física pues todo él es sensación elaborada en la mente. Cuando la luz solar choca contra la superficie de un objeto, éste absorbe diferentes longitudes de onda de su espectro total, mientras que refleja otras. Estas longitudes de onda reflejadas son precisamente las causantes de los colores de los objetos. Cuando un objeto refleja todo el espectro de ondas que forman la luz, es decir, refleja todos los colores, vemos el objeto de color blanco. Sin embargo, si absorbe todas las longitudes de onda del espectro, vemos el objeto negro. Es el mundo del color. Y si este aspecto de la vida es importante en todas y cada una de sus facetas aún lo es más en el mundo del diseño.

Para un diseñador, el problema del color tiene dos aspectos: cómo utilizar el material ya coloreado que la industria produce y con qué criterio insertar el elemento color en la proyectación de los objetos. El color forma parte de la imagen de la empresa, está condicionado por el ambiente de su entorno social y geográfico, la etología, los materiales con los que se confecciona el objeto, el propósito de su utilidad, el sector industrial en el que se inscribe, factores psicológicos del trabajador que lo manipula y/o consumidor y un largo etc. Todo esto hace que el color sea parte importante en el desarrollo y planificación de marketing del producto.

Aunque la sensación psicológica del color es subjetiva y cada persona pueda sentir de modos diferente ante un determinado color, hay una serie de aspectos ante los cuales la mayoría de los hombres sienten de modo similar. Esos aspectos se comentan a continuación: hay colores que producen la sensación de calor y otros la sensación de frío. Los colores cálidos son los del fuego y la luz, es decir, del rojo al amarillo pasando por los anaranjados. Los colores fríos son los colores del hielo y del agua, es decir, del azul cobalto al verde pasando por el azul turquesa. Los colores cálidos dimanen actividad, aceleran el ritmo psíquico. Los colores fríos son pasivos, son un freno del ritmo mental.

Normalmente cada color individual lleva asociado un conjunto de emociones e ideas propias. Las sensaciones que producen los colores dependen de factores culturales y ambientales, y muchas veces de los propios prejuicios del usuario. Además hay que sumar a esto que no todas las personas ven los colores de la misma forma. Por este motivo, a la hora de usar los colores como fuente de impulsos psicológicos se debe estudiar con detenimiento el público objetivo al que irá destinado.

Vamos a estudiar a continuación las propiedades psicológicas de los principales colores, hay que destacar que estas emociones asociadas corresponden a la cultura occidental:

- Rojo: Es un color cálido, asociado con el sol y el calor, sugiere vitalidad, entusiasmo, pasión, agitación, fuerza, sexo, calor, fuego, sangre, amor, audacia, valor, coraje, cólera, crueldad, intensidad y virilidad, estando asociado con sentimientos enérgicos, con la excitación apasionada o erótica. Es el color más sensual de todo el círculo cromático. También sugiere alarma, peligro, violencia, ira y enfado.
- Verde: el verde es el color más tranquilo y sedante de todos, el más descansado para el ojo humano. Está asociado a conceptos como naturaleza, salud, dinero, frescura, crecimiento, abundancia, fertilidad, plantas, bosques, vegetación, primavera, frescor, esmeralda, honor, cortesía, civismo y vigor. Significa la esperanza, los bienes que han de venir, el deseo de vida eterna.
- Azul: es un color reservado y entra dentro de los colores fríos. Expresa armonía, amistad, fidelidad, lealtad, serenidad, sosiego, verdad, dignidad, confianza, masculinidad, sensualidad y comodidad, pero también puede expresar melancolía, tristeza, pasividad y depresión. Este color se asocia con el cielo, el mar y el aire.
- Amarillo: es el color más luminoso, más cálido, ardiente y expansivo. Es un color optimista, moderno, y denota alegría, entusiasmo, pasión, fuerza, sexo, calor, primavera, inocencia, infancia, juventud. También se usa para expresar peligro y precaución. Es el color del sol, de la luz y del oro, y como tal es violento, intenso y agudo. El amarillo llama mucho la atención en un entorno o composición, utilizándose a menudo en elementos que conviene hacer visibles. Pero hay que tener en cuenta que es el color que fatiga más a la vista humana, pudiendo llegar a ser aplastante, porque causa una estimulación visual excesiva, pudiendo originar sensación de irritabilidad en las personas.
- Naranja: el color naranja tiene un carácter acogedor, cálido, estimulante y una cualidad dinámica muy positiva y energética. Posee una fuerza activa, radiante y expansiva. Representa la alegría, la juventud, el calor, el verano. Es vibrante como la luz del sol, exótico como las frutas tropicales, jugoso como la naranja, sugiere informalidad en el trato y amistad. Pero también puede expresar inestabilidad, disimulo e hipocresía. Es un color que destaca mucho sobre el entorno que le rodea, por lo que se puede usar para dar un mayor peso visual a ciertos elementos de una composición, aunque hay que ser comedido en su uso.
- Rosa: el color rosa, una especie de púrpura pálido, sugiere calma y tranquilidad. Asociado al sexo femenino en nuestra cultura, puede llegar a interpretarse como debilidad en ciertos entornos.
- Púrpura: el púrpura se define como un rojo subido que tira a violado. Es de naturaleza similar al rosa. Es un color bastante contradictorio. Sugiere abundancia, sofisticación, inteligencia, espiritualidad, religiosidad, dignidad, tranquilidad, misterio, aristocracia y pasión. Pero también puede evocar frivolidad, artificialidad, luto, muerte, náusea, orgullo y pomposidad.
- Violeta: el violeta es un color morado claro, parecido al de la flor del mismo nombre, obtenido mezclando rojo y azul. Es el color de la templanza, de la lucidez y de la reflexión. Es místico, melancólico y puede representar también la introversión. Es la enseña de la penitencia. Representa la fantasía, el juego, la impulsividad y los estados de sueño, aunque también puede sugerir pesadillas o locura.
- Marrón: el color marrón como tal es una mezcla en la que predominan el rojo y el verde. Es un color masculino, severo, confortable, evocador del ambiente otoñal, y da la impresión de gravedad y equilibrio. Es el color realista, tal vez porque es el color

de la tierra que pisamos. Sugiere edad, cosas viejas, madera, ladrillo, piel, cuero, hogar.

- Negro, gris y blanco: el negro confiere nobleza y elegancia, sobre todo cuando es brillante, y es el color de la elegancia, de la seducción, del misterio, del silencio, de la noche, del cuervo, del mal, de lo clandestino o ilegal y, de la tristeza y la melancolía, de la infelicidad y desventura, del enfado y la irritabilidad. En nuestra cultura es también el color de la muerte y del luto.

El gris es un color neutro y pasivo que aporta poca o ninguna información visual. Es el color del cielo cubierto, del hierro y del mercurio, y sugiere seriedad, madurez, neutralidad, equilibrio, indecisión, ausencia de energía, duda y melancolía, y se usa para expresar las cosas o personas carentes de atractivo o singularidad. Es un color que puede resultar monótono si se usa en demasía en una composición.

Si vamos aumentando progresivamente la luminosidad del gris llega un momento en que obtenemos el color blanco, la luz pura. El blanco representa la pureza, la inocencia, la limpieza, la ligereza, la juventud, la suavidad, la paz, la felicidad, la inocencia, el triunfo, la gloria y la inmortalidad. Es el color de la nieve, de las nubes limpias, de la leche fresca. Es un color latente, capaz de potenciar los otros colores vecinos, creando una impresión luminosa de vacío positivo y de infinito.

Cuando un color aparece sobre otro que hace de fondo, sufre una transformación debida al mayor o menor contraste entre ambos, su significado cambia. En la mayoría de los productos industriales en los que se utiliza más de un color se suele buscar una composición armónica entre los colores y, casi nunca, fuertes contrastes. Una sencilla regla que facilita el acoplamiento de los colores consiste en cuidar que cada uno de ellos contenga una cierta cantidad de colores base presentes en el otro. De este modo se pueden reducir los contrastes excesivos. El estudio de contraste de colores en un objeto para que sea lo más adecuado posible, debe realizarse atendiendo a su función de uso y al ambiente.

El aplicar los colores correctamente es función de los conocimientos del proyectista y de sus propias preferencias: sus conocimientos deben tener una base teórica pero será en la práctica donde los afianzará, comprobando así las inmensas posibilidades de composición que existen.

Respecto a la textura, es el acabado más o menos rugoso de la superficie de un objeto. La percibimos a través del sentido de la vista y del sentido del tacto. La percepción visual (textura visual) afecta a la respuesta estética del objeto y contribuye, junto a la forma y al color, a definir su configuración. La percepción de la textura por el sentido del tacto (textura tátil) depende de los sentidos cutáneos y afecta a la respuesta antropométrica del objeto (funcionalidad), contribuyendo a su adecuación de uso.

La textura visual puede producir efectos psicológicos que refuercen o atenúen los de la forma y los del color. Al tener menos importancia que estos factores, no existen reglas establecidas para su aplicación. Aún así, pueden tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Una textura lisa no es sentida (efecto neutro).
- Una textura ondulada, con pequeñas cavidades y convexidades curvas, reduce la tensión del objeto y mejora el acabado visual (disminuye la percepción de los defectos constructivos de aristas y superficies). Se atenúa levemente el brillo superficial.
- Una textura de puntos o aristas vivas (estrias) refuerza la tensión del objeto, mejora el acabado visual y atenúa de manera importante el brillo superficial.
- Si un mismo objeto tienen dos o más partes con acabados superficiales diferentes, se produce contraste entre ellas, tanto mayor cuanto más diferencia exista entre las texturas. Un objeto pintado de un solo color pero con una parte de textura lisa y la otra de textura estriada produce una sensación similar a la del mismo objeto construido con una textura lisa y pintado una parte de un color brillante y la otra del mismo color mate.
- La textura visual debe estar acorde con la función de uso.

La textura táctil puede clasificarse en función de los estímulos que produce, es decir, por la forma de energía que origina la sensación (térmica, mecánica, química o eléctrica) o en función de la naturaleza de los órganos sensoriales y tejidos implicados.

Factores de la estética

Los elementos que caracterizan la aprehensión perceptiva del producto y que procuran o no procuran una emoción, que llamamos estética, apelan a factores de diferentes órdenes:

- Factores armónicos: partiendo de la base que se considera al producto como un todo, los factores armónicos de una forma dependen de su unidad, su orden, de su coherencia, de su ritmo y del vocabulario formal de base empleado (líneas, planos, volúmenes, proporciones).
- Factores puramente emocionales: la palabra estética procede del griego y significa “sensación”. Estos factores están relacionados con la subjetividad, la relatividad, lo difícilmente mensurable.
- Factores cognoscitivos: la sensación estética está relacionada con lo que se conoce, con la interpretación personal de nuestros conocimientos, con nuestra cultura, costumbres.
- Factores sociales: signos que representan normas y valores como el estatus social, identidad... Son signos que determinan la identidad del individuo a través del objeto.
- Factores históricos y tecnológicos: elementos como entorno, política o religión influyen sobre la estética. Son claves en la evolución de las formas avances tecnológicos. La tecnología condiciona el estilo.
- Factores psico-fisiológicos: el placer estético depende de la calidad de nuestras sensaciones, de los umbrales fisiológicos de percepción, de las condiciones psíquicas personales.

Estos diferentes factores intervienen con intensidad variable e individualizada en la relación que establecemos con los objetos. El análisis de este sistema de relaciones es de gran complejidad.

Arte frente a ingeniería

Una de las discusiones típicas sobre el diseño industrial es la ubicación de esta disciplina en el ámbito profesional dada la fuerte carga tanto de arte como de ingeniería que posee. El diseño industrial es, de hecho, el nexo de unión entre estas dos disciplinas, que al mismo tiempo parecen opuestas, lo que ha creado a lo largo de la historia confrontaciones. Así, existen de forma generalizada dos tendencias a la hora de aplicar el diseño industrial:

- Una funcionalista, en la que la función es centro del diseño industrial y en la que los profesionales priman las características técnico-económicas.
- Otra esteticista, en la que se considera la parte estética la más importante y los profesionales se centran en los aspectos estético-formales.

La constante aparición de “objetos frontera”, en los cuales las cualidades formales y expresivas ganan terreno a las funcionales y estandarizables, hace que el discurso alrededor de este tema no se haya agotado. Arte y diseño presentan realidades diferentes. En primer lugar, respecto a la actitud y a la diferente metodología empleada por el artista y por el diseñador. El carácter subjetivo de la obra del artista y su voluntad de estilo estarían fuera de lugar en el diseño, que debe seguir un método racional para solventar un problema funcional. Además, el artista resuelve la obra con sus manos, desde el principio hasta el final, mientras que la pieza de diseño, en su ejecución última, depende de los operarios, que la concluyen con máquinas a partir del proyecto inicial del diseñador. En segundo término, hay que señalar las diferencias entre los objetos artísticos y de diseño. La obra de arte no tiene casi nunca una función de uso, mientras que el objeto de diseño (excepto en el caso del diseño ornamental) la tendrá siempre. Si añadimos a esto el carácter de seriación del diseño frente a la propuesta exclusiva del arte, las diferencias se acentúan más todavía. Además, y en tercer lugar, ni siquiera los receptores del diseño y del arte son los mismos. El artista sabe que se dirige a una minoría de la sociedad, y trabaja para ella, aunque también para sí mismo; en cambio, el diseñador trabaja para una mayoría, de cuyas necesidades no puede prescindir. Sin embargo, el diseño tiene una clara relación con el arte. Algunos puntos que tienen en común son por ejemplo la evidente subjetividad y el estilo presentes en muchos productos industriales o la búsqueda de la belleza.

Por lo tanto, el arte y el diseño son dos actividades diferentes aunque presentan paralelismos y vasos comunicantes entre ambas.

1.6 INGENIERIA DE PRODUCCION O PROCESOS

1.6.1 Definición y funciones

Ingeniería de Procesos es una rama de la ingeniería que generaliza y extrapola metodologías de otras áreas relacionadas con la transformación de materia, energía e información para el diseño, simulación, innovación, logística y gestión de los procesos industriales, en una ética empresarial que promueva la protección del ambiente y la seguridad. El Ingeniero de Procesos, gracias a su enfoque profesional y a sus conocimientos de gestión, puede no sólo operar los procesos industriales sino que también está en capacidad de introducirles modificaciones para lograr una mayor eficiencia, calidad, seguridad,

productividad y rentabilidad. Por otro lado, su actitud innovadora le permite desarrollar nuevos productos, procesos y equipos, cuidando de no generar impactos negativos sobre el ambiente. Por tanto, Ingeniería de producción es la rama de la ingeniería que trata con procesos de manufactura y métodos de elaboración de productos y mercancías industriales. Persigue la integración de todos los factores relevantes a fin de elaborar soluciones óptimas a problemas complejos relacionados con la transformación de insumos económicos en productos necesarios para la sociedad.

El ingeniero de producción industrial es un profesional con formación técnica multidisciplinaria que estudia los sistemas de producción de bienes y servicios en todas sus etapas, desde la concepción y planificación inicial hasta el diseño y la operación de dicho sistema. Este ingeniero de fabricación es la figura central para transformar un diseño en un producto, debe operar como integrador de operaciones, coordinando personal, información y tecnología dentro de una organización. Diseña sistemas tomando en consideración el uso de la energía, protección ambiental y humana, gestión y control de procesos de fabricación.

Los procesos productivos pueden ser modificados por diversas causas, entre ellas podemos mencionar: la aparición de un nuevo producto, la aparición de una nueva tecnología, la aparición de nuevos materiales, mayores requerimientos de volumen de producción, mayores requerimientos de calidad, necesidad de reducción de costes, eliminación de operaciones que impliquen riesgo, el cumplimiento de requisitos legales, sustitución de unos materiales por otros... Se ha podido establecer que la razón más común para que las organizaciones decidan cambiar un sistema productivo actualmente en funcionamiento sea el hecho de que con el sistema actualmente en funcionamiento no pueda lograr el cumplimiento de su estrategia empresarial.

El ingeniero debe hacer un análisis detallado de las implicaciones de las modificaciones del sistema de producción, como son el traslado de maquinarias, equipos y personal, reingeniería de procesos, modificación de las instalaciones, compra de maquinaria y equipos, etc. Este cambio del sistema productivo de una empresa debe ser gradual y estructurado, de tal forma que cause el menor traumatismo al interior de la organización y debe contar con el acompañamiento de ingenieros expertos y con el apoyo de un grupo de trabajadores liderado desde la Alta Dirección. De esta manera, las posibilidades de realizar exitosamente este cambio serán altas. Por el contrario, el no tener en cuenta estas recomendaciones traerá resultados desastrosos.

La Ingeniería de Procesos hace parte de la administración de la producción (se refiere a productos) y las operaciones (se refiere a servicios) y tiene como función principal especificar el modo en el que se desarrollarán las actividades que la función de producción debe adelantar, guiando la elección de tecnologías y estableciendo el momento, las cantidades y la disponibilidad de recursos productivos. Para ello definirá las actividades a realizar, su secuencia, los equipos, dispositivos y herramientas e indicar la forma de utilizarlas, las condiciones de puesta a punto y regulación de los equipos, la aplicación de los materiales auxiliares y el control y evaluación del proceso para mantenerlo dentro de las condiciones deseadas.

El ingeniero de producción para el desempeño exitoso de su profesión, deberá cumplir básicamente con las funciones de diseño del proceso productivo, producción, apoyo, mantenimiento, adaptación y dirección, que a continuación se analizan con más detalle:

- **Diseño del proceso productivo:** partiendo del diseño elaborado por ingeniería de diseño de producto, lo transforma en un producto real de la forma más eficiente posible. Para ello diseña el proceso productivo, organizando recursos materiales y humanos, respetando el medio ambiente y la seguridad.
- **Producción:** referida a la organización, planificación y conducción operativa de los procesos de producción.
- **Apoyo:** relacionado con la rentabilidad de la producción, el aseguramiento de la calidad y la optimización de los recursos materiales, su adquisición y almacenamiento.
- **Mantenimiento:** alude a la capacidad de mantener maquinas, equipos y edificaciones en condiciones de funcionamiento y abordar aspectos relacionados con la gestión de recursos humanos.
- **Adaptación:** orienta su acción a los problemas que se derivan de las situaciones cambiantes del entorno, planificando los cambios necesarios a estas nuevas circunstancias, en cuanto a costo e inversiones, condiciones ambientales de la industria y cambios de la legislación vigente; reorganizando la planta y la empresa cuando lo estime conveniente.
- **Dirección:** permite organizar la estructura empresarial y analizar los sistemas de información y el registro de datos para la toma racional de decisiones, lo cual facilita el proceso de coordinación de todas las anteriores funciones.

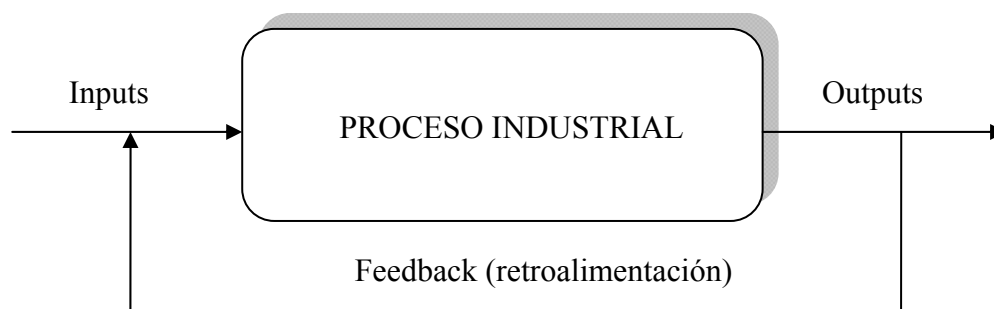
Por cuestiones organizativas, sobre todo en empresas medianas y grandes, algunas de estas funciones no son competencia de ingeniería de producción, creándose de esta manera departamentos especializados diferenciados, como es el caso de mantenimiento, calidad, almacenamiento (logística)... A pesar de ello, resulta imprescindible la estrecha colaboración entre estos departamentos para el correcto funcionamiento de una organización.

1.6.2 Proceso de producción industrial

Por un lado, proceso es el conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado. El concepto de proceso adquiere gran importancia y requiere planear, integrar, organizar, dirigir y controlar, es decir, gestionar. Por otro lado producir consiste en aplicar un conjunto de procesos, procedimientos, reglas, métodos y técnicas para obtener bienes y servicios, tomando decisiones sistemáticamente. Esos bienes satisfacen las necesidades del cliente, que es el objetivo de producir. No es lo mismo producir que fabricar. Producir hace referencia a un concepto más amplio que el de fabricar. Mientras que la fabricación se refiere al hecho de tomar unos recursos materiales y humanos, para transformarlos, el término producción va mas allá y además de lo mencionado incluye

la organización de la fabricación dentro de una estructura, denominada empresa. Por lo tanto, un proceso de producción, es el conjunto de operaciones interrelacionadas necesarias para elaborar un producto previamente definido que satisface las necesidades del cliente.

El proceso industrial tiene unos inputs o entradas y después del proceso tenemos unas salidas u outputs. Las entradas consisten en una serie de recursos como maquinaria, materias primas, mano de obra, energía, métodos... El proceso productivo transforma estas entradas en bienes, outputs. Este proceso incluye el ensamblaje de partes para producir producto terminado. Existe una retroalimentación de control del proceso permanentemente, creando la necesidad de rediseños.



Lo importante desde el punto de vista de la gestión no es sólo la transformación física entre inputs y outputs, lo importante además es la transformación económica. Esta transformación económica se refiere a la transformación de la utilidad. Esta variable es conocida por los economistas como la cantidad monetaria dispuesta a pagar por los consumidores para conseguir unos productos que aumenten su satisfacción. Es claro que los productos finales se generan precisamente por aumentar la satisfacción del consumidor y por ello tienen más utilidad en sí, que el conjunto de recursos separados y sin transformar, en consecuencia, la cantidad que el consumidor paga por los productos finales es mayor que la que pagaría por los recursos. De aquí que un sistema productivo sea también un elemento generador de riqueza. El mercado paga más por lo transformado que lo que pagaría por los recursos. Este cambio económico se conoce como Valor Añadido y permite al sistema de producción obtener medios económicos para conseguir nuevos recursos con los que generar más cantidad de productos finales. La transformación no es gratuita, la producción requiere sacrificar los recursos para conseguir los productos finales. Una medida monetaria de la cantidad de recursos empleados es lo que conocemos como Coste Incorporado. La diferencia entre ambas magnitudes económicas es lo que mide el rendimiento económico de la producción. Por tanto, la producción es el estudio de las técnicas de gestión empleadas para conseguir la mayor diferencia entre el valor añadido y el coste incorporado consecuencia de la transformación de recursos en productos finales. La Producción tiene como misión hacer rentable la transformación y la distribución de productos.

Los procesos productivos industriales se pueden clasificar según el tipo de flujo del producto (en serie, intermitente o por proyecto). Esta clasificación es la clasificación clásica básica. La selección de cada una de estos procesos es estratégico para la empresa, pues unos elevan los costos, otros pueden mejorar la calidad, otros mejoran el servicio rápido al cliente y otros nos permiten atender cambios rápidos de productos. A continuación se detallaran estos procesos:

1. Proceso por proyectos: supone la fabricación de un solo producto, por encargo del cliente, lo que conlleva diseñar un proceso único para cada proyecto, es decir, para cada producto. Los proyectos no configuran un flujo de producto sino más bien un flujo de recursos técnicos y humanos alrededor del producto. Un importante ejemplo es la construcción (construcción aérea, naval, promociones de viviendas,...). También la producción de una película o el desarrollo de nuevos productos. Son procesos largos y complejos, durante el cual pueden cambiar las preferencias del cliente, por lo tanto son procesos flexibles. El tipo de la maquinaria, así como la cantidad de la misma y su distribución se realiza en base al producto. Generalmente se emplean equipos universales, es bastante difícil automatizar la ejecución del proyecto. Implican grandes inversiones de fondos y recursos. Implican el uso de tecnología punta, la participación de equipos especializados y un estrecho contacto con el cliente. La coordinación, el control de las operaciones y los plazos de entrega son los aspectos más delicados de esta manera de proceder.
2. Producción intermitente: dentro de este tipo de procesos vamos a diferenciar:
 - Producción por talleres o artesanal: Se trabaja en lotes pequeños de una gran cantidad de productos que se adaptan a las características que el cliente señala. En consecuencia, los equipos que se utilizan suelen ser versátiles y de escasa especialización, que permite realizar operaciones diversas. La automatización es baja, generando costes variables altos, aunque los costes fijos son escasos, debido a que la inversión inicial es pequeña. Son procesos habituales en empresas de servicios como reparación de automóviles o electrodomésticos, sanidad, educación... Se realizan varias tareas diferentes aunque al mismo tiempo. Requiere flexibilidad alta. El cliente es parte activa de este tipo de procesos que tiene como característica significativa las colas de espera.
 - Producción por lotes: también se trabaja con lotes variados, pero hay mayor automatización. Es un sistema conocido como producción en centros de trabajo. Cada lote llega a un centro de trabajo para una operación y cuando se completa se traslada al siguiente centro. Si se trazara el flujo de pedido de un cliente particular a través del sistema se observaría multitud de detenciones e inicios. Así, el trabajo sobre un producto particular no es continuo, sino intermitente., Este tipo de proceso se sigue en la industria farmacéutica, de equipos pesados, panaderías, producción de muebles... En estos procesos cualquier cambio entre productos de la misma familia requiere una preparación previa de la maquinaria. La preparación supone un tiempo en el que la línea de producción estará parada, lo que implica a su vez un coste valorable en términos de producción no hecha, que hay que recuperar con la producción de lotes de muchas unidades y así distribuir dicho coste entre más unidades. Pero al producir más unidades se corre más riesgo, al tener más dinero invertido en productos. En definitiva, por una parte

debemos hacer lotes que contengan muchas unidades y por otra debemos hacer lotes con pocas, este antagonismo determina una dimensión del lote que corresponde al equilibrio entre ambos costes: el de preparación y el de riesgo. Es lo que se llama Lote Económico, se estudiará este concepto posteriormente.

Los productos se elaboran por encargo del cliente que suelen ser pedidos reducidos. La demanda fluctúa fuertemente. Para permitir una gama amplia de productos, la maquinaria que se utiliza tiende a ser de uso general y los trabajadores altamente cualificados. Es un proceso que tiene flexibilidad y reputación de calidad en los resultados. Como desventaja se puede destacar el elevado coste unitario, dificultades para programar la producción y el ritmo lento de fabricación.

3. Producción en serie: dentro de este tipo de procesos vamos a diferenciar:

- Producción en masa: las máquinas y centros de trabajo se sitúan unos a continuación de otros, según la secuencia de tareas a realizar. Ejemplos de este tipo de producción es: la fabricación de automóviles, calculadoras, bolígrafos, ordenadores, televisores... y la mayoría de los bienes de consumo. Se centra en producir grandes cantidades de un producto estándar, dirigido a un mercado de masas, con demanda del producto estable. Debido a esto el sistema puede dedicar equipos concretos a la elaboración de un producto particular. La maquinaria suele ser especializada y los operarios poco cualificados. La producción masiva se asocia con las cadenas de montaje, la mayoría de las operaciones de ensamblaje se organizan de forma lineal. El producto se mueve a través del sistema productivo desde una estación de trabajo a la siguiente en el orden de los requerimientos específicos de procesamiento. Es un sistema eficiente, con un bajo coste por unidad producida, la velocidad de producción es rápida y el control del proceso sencillo. Sin embargo, los equipos son caros, no se pueden personalizar los productos ya que la estandarización es alta y es difícil de adaptarse a las variaciones en la demanda.
- Producción continua: las empresas que operan de este modo son llamadas a menudo industrias de procesamiento. Los procesos continuos se usan para la fabricación de volúmenes muy elevados de mercancías extremadamente estandarizadas. El producto va pasando por una serie de operaciones distintas de forma continua, sin apenas paradas en el proceso de producción. Requiere alta automatización (el papel de los operarios se limita a supervisar el trabajo de las máquinas) y está en funcionamiento las 24 horas del día. El resultado del proceso productivo también es de naturaleza continua, no discreta, lo que significa que las unidades de producto, más que ser contadas, se miden. Ejemplos de esto son: la industria del acero y el papel, refinamiento de aceite, tratamiento de aguas, productos químicos, energía eléctrica, empresas de alimentos... Son sistemas muy eficientes y de simple control. Como puntos negativos se pueden destacar la enorme inversión necesaria, la limitada variedad de productos, poca o ninguna flexibilidad, el coste de corregir los errores en la producción y las dificultades para mantener el ritmo de los avances tecnológicos.

Comparación de las Configuraciones Productivas					
Características	Por Proyecto	Por talleres	Por Lotes	Masa	Continuo
Producto					
Tipos de Pedido	Una sola unidad	Intermitentes	Intermitentes	Lotes	Continuo o lotes
Flujo del Producto	Ninguno	Mezclado	Mezclado	Secuencial	Secuencial
Variedad de Productos	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
Tipo de Mercado	Único	Clientes	Clientes	En masa	En masa
Volumen de Producción	Una sola unidad	Bajo	Mediano	Alto	Muy alto
Maquinaria					
Tipo	General	General	Mixta	Especifica	Especifica
Mano de Obra					
Habilidades	Muy altas	Altas	Medias	Bajas	Bajas
Tipo de tarea	No rutinario	No rutinario	No rutinario	Repetitivo	Repetitivo
Salario	Alto	Alto	Alto	Medio	Bajo
Capital					
Inversión	Baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Inventario	Medio	Medio	Alto	Bajo	Bajo
Equipo	Universal	Universal	Universal	Especial	Especial
Objetivos					
Innovación	Muy alta	Alta	Media	Baja	Baja
Plazo entrega	Largo	Medio	Medio	Corto	Muy corto
Flexibilidad	Muy alta	Alta	Mediana	Baja	Muy baja
Costo	Muy alto	Alto	Mediano	Bajo	Bajo
Calidad	Variable	Variable	Variable	Consistente	Consistente
Tiempo de proceso	Alto	Mediano	Mediano	Bajo	Bajo
Planeación y Control					
Producción	Difícil	Difícil	Difícil	Normal	Fácil
Calidad	Difícil	Difícil	Difícil	Normal	Fácil
Inventario	Difícil	Difícil	Difícil	Normal	Fácil

Además de esa clasificación clásica, se puede llevar a cabo otra clasificación de la configuración productiva, se denomina producción esbelta o ajustada (lean manufacturing). Este enfoque de gestión de la producción busca el mínimo desperdicio posible de materiales

y recursos, eliminando aquellas actividades que no añaden valor. Es básicamente todo lo concerniente a obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, minimizando el despilfarro, siendo flexible y estando abierto al cambio. Ha dado lugar a los sistemas de producción del Justo a Tiempo y Sistemas Flexibles de Fabricación que a continuación se analizarán:

- Justo a tiempo (Just in time, JIT): El sistema de producción Justo a Tiempo es un sistema de flujo lineal, virtual o físico, que minimiza los "innecesarios" y que fabrica muchos productos en volúmenes en tamaños bajos y medios en un ambiente de mejoramiento continuo. Esto conduce naturalmente a costos inferiores, mejoras en la calidad y entregas más rápidas. El sistema JIT es el más difícil de diseñar, implantar y gestionar de todos los sistemas y pueden existir diferentes niveles de implantación del mismo. Consiste en obtener una producción ajustada a la demanda en el momento preciso, evitando el almacenaje y su coste correspondiente.

El sistema JIT utiliza una diversidad de técnicas, algunas de las cuales, son también utilizadas por otros sistemas, como son: la política de cero inventarios, el control estadístico de la calidad (SPC), la reducción de los tiempos de cambio de útiles (SMED), el enfoque de la producción mediante arrastre (KANBAN), la celdas de trabajo, el mantenimiento autónomo, la estandarización de las operaciones, etc.

La distribución de la fabricación en forma celda de trabajo o celular se basa en principios de la tecnología de grupos y consiste en agrupar productos o componentes con las mismas características en familias y asignando grupos de máquinas y trabajadores para la producción de cada familia. La organización de la fabricación mediante celdas de trabajo busca poder beneficiarse simultáneamente de la mayor eficiencia de la organización por productos y de la mayor flexibilidad de la organización por procesos.

La esencia de la logística industrial asumida por el Justo a Tiempo (JIT) está centrada en llevar los niveles de inventarios, tanto de materia prima como insumos y productos en procesos y terminados, a su mínima expresión, buscando ver los defectos e improductividades que se esconden dentro del volumen de existencias, permitiendo así cumplir con la entrega de los pedidos y bajar los costos de los rechazos por la no-conformidad.

En una celda de trabajo JIT, el producto fluye de una máquina a otra, además, la celda tiene la flexibilidad para ajustarse a distintos ritmos o niveles de producción y con cuadrillas de personal de diferentes tamaños. Se admite que, bajo ciertas circunstancias, alguna maquinaria en particular pudiera estar trabajando a menos de su capacidad, pero en cambio, si una máquina falla, es preciso detener la producción y darle solución definitiva al problema del funcionamiento, sin guardar la más mínima intención de suplir la deficiencia por medio de los inventarios de existencias en reserva. Se considera que hay tres casos peores que lo anterior: uno, mantener productos que no están siendo demandados, dos, seguir fabricando piezas defectuosas y, tres, que no se aproveche la oportunidad del paro para resolver el problema de modo permanente.

- **Sistemas Flexibles de Fabricación (FMS):** El sistema FMS consiste en un grupo de máquinas controladas por computadoras y sistemas automáticos de manejo, carga y descarga de material, todo ello controlado por un computador supervisor. Un FMS puede funcionar sin atención de personal durante largos períodos de tiempo. Las máquinas, el sistema de manipulación de materiales y las computadoras son muy flexibles y versátiles, lo que les permite fabricar muchos productos diferentes en bajos volúmenes. Por ser sumamente costosos, se emplean comúnmente en situaciones en las que no pueden utilizarse sistemas de producción en línea de flujo más simples y más baratas.

Un FMS consta de varias máquinas-herramientas controladas numéricamente por computador donde cada una de ellas es capaz de realizar muchas operaciones debido a la versatilidad de las máquinas-herramientas y a la capacidad de intercambiar herramientas de corte con rapidez (en segundos), estos sistemas son relativamente flexibles respecto al número de tipos de piezas que pueden producir de manera simultánea y en lotes de tamaño reducido (a veces unitario). Estos sistemas pueden ser casi tan flexibles y de mayor complejidad que un taller de trabajo y al mismo tiempo tener la capacidad de alcanzar la eficacia de una línea de ensamble bien balanceada.

Las herramientas pueden ser entregadas al FMS tanto en forma manual como automática. Por ejemplo a través de vehículos guiados automatizados. Los FMS disponen de un sistema de manejo de materiales automatizado que transporta las piezas de una máquina a otra hacia dentro y fuera del sistema. Puede tratarse de vehículos guiados automáticamente (AGV) conducidos por alambre de un sistema transportador o de carros remolcados por línea y por lo general intercambian de plataforma con las máquinas.

El de control de un FMS involucran el monitoreo en tiempo real, para asegurarse de que el proceso se desempeña correctamente y que se logra la producción esperada.

1.6.3 Estrategias de producción

Una estrategia es un conjunto de acciones planificadas sistemáticamente en el tiempo que se llevan a cabo para lograr un determinado fin. Las empresas tienen una misión y unos objetivos, esto define una filosofía (valores). Esto lleva a tener un plan deliberado, es decir, a formular una estrategia. La estrategia es la herramienta de una empresa para adaptarse al entorno y busca obtener ventajas competitivas, tener algo diferente a los demás, de manera sostenible y de difícil copia. Básicamente, existen dos tipos de ventajas competitivas: la de los costos bajos y la de la diferenciación de los productos. Los costos bajos significan llevarlos a ser menores que los de la competencia, sin dejar de crear valor para el cliente. La diferenciación consiste en crear un valor único para el cliente quien estaría dispuesto a pagar por tal valor creado al cual considera superior al del resto de los competidores. Pero es casi imposible obtener ambas ventajas al mismo tiempo.

Para formular una estrategia primero se realiza un análisis de la situación y necesidades de la empresa. Hay tres tipos de análisis:

- Análisis del entorno externo: condiciones económicas, políticas, legislación... Permite conocer las amenazas y oportunidades de la empresa, son factores externos.
- Análisis interno: es el que se hace dentro de la empresa, incluye la formación, capacidades, recursos tangibles e intangibles... Permite conocer las debilidades y fortalezas de una empresa.
- Análisis de aspectos del sector: se suele emplear las cinco fuerzas de Porter (poder de negociación de los clientes, poder de negociación de los proveedores, entrada de nuevos competidores, productos sustitutivos y rivalidad entre competidores). Un sector se define por la tecnología empleada y el mercado al que se dirige.

El enfoque central en la formación de una estrategia es encontrar las maneras de aprovechar los puntos fuertes característicos de la empresa y de desarrollar nuevas fortalezas para poder desarrollar e incrementar el posicionamiento en el mercado. La estrategia de operaciones o producción es una parte crítica dentro de la estrategia empresarial o corporativa. El nivel corporativo aplica sus fortalezas estratégicas a través de la misión y la visión de la organización. Por su parte, los encargados de las operaciones de producción definen las estrategias de manufactura con el fin de alcanzar los objetivos y las metas trazadas por la estrategia corporativa. Gracias a la estrategia productiva, las empresas tienen la capacidad de elaborar productos en una forma más eficiente, más fiable y más precisa, convirtiéndola en una fuente de ventajas competitivas sostenidas, lo que redundará en una mejora de la competitividad general de la empresa.

En el anterior apartado se han analizado los tipos de procesos productivos más significativos. La selección de cada una de estos procesos forma parte de la estrategia productiva de la empresa, como se ha señalado. Así, la orientación de la producción puede ser hacia el producto, el proceso, hacia un enfoque mixto con células de fabricación flexible o punto fijo. Estos cuatro conceptos están relacionados con los tipos de procesos productivos descritos anteriormente, ya que éstos pueden enmarcarse dentro de estas categorías. De esta manera los sistemas productivos por proyectos son de punto fijo. Los procesos artesanales están orientados al proceso, al igual que los procesos por lotes, aunque estos también pueden orientarse hacia un enfoque mixto con células de fabricación flexible. Los procesos productivos en masa pueden estar orientados hacia el producto o ser células flexibles. Finalmente los procesos continuos son orientados hacia el producto. A continuación se analiza cada uno de estos cuatro tipos de orientación de la producción:

Orientación hacia el producto

Estos procesos son adoptados por aquellas empresas que producen un volumen elevado y poca variedad de artículos. Estas empresas diseñan su sistema productivo sobre la base de una serie de operaciones que forman procesos en cadena racionales y continuos, constituyendo un sistema de producción rígido. El concepto clave es la repetitividad. Se

logra simplicidad en las operaciones a consta de complejidad en el diseño. Se obtienen en general unos pocos productos estándar, no hechos a la medida, manteniendo, por regla general, las tasas de producción constantes.

Permite obtener flujos lógicos y regulares, menos obra en curso y menos espacio para almacenarla, así como plazos de producción reducidos. Los operarios sólo han de llevar a cabo operaciones sencillas, repetitivas y de pocas clases distintas, por lo que no es preciso que su cualificación sea muy elevada. De ello se desprende que la formación es breve, simple y barata. A costa de un diseño que puede ser muy complejo, se logra simplificar la programación y el control posterior de la producción.

El caso extremo de la orientación al producto son las líneas o cadenas de montaje. La producción en cadena, a pesar de las nuevas formas de organización del trabajo, sigue siendo fundamental en muchos sectores. De hecho, muchos productos industriales son fabricados en grandes cantidades y a bajo coste gracias a ella.

Una cadena de montaje puede constar de decenas e incluso centenares de estaciones de trabajo, cada una de las cuales puede estar servida por uno o más operarios. Los materiales pueden avanzar a velocidad constante o pueden permanecer en reposo hasta que son movidos a la siguiente estación de trabajo, pero cada una de ellas tiene un tiempo de trabajo asignado. Aquella a la que corresponde el mayor tiempo se denomina habitualmente cuello de botella y requiere la máxima atención en el proceso de diseño, puesto que marca el ritmo de toda la cadena.

Aunque muchas cadenas de producción exigen grandes esfuerzos de proyecto, inversión y puesta a punto, puede haber cadenas simples y baratas que incluso pueden ser la solución más apropiada para producciones que no tengan un carácter permanente. Las cadenas de producción ya no son simplemente sistemas fuertemente rígidos que producen un número de unidades absolutamente iguales entre sí, sino que en la actualidad se pueden cambiar características de los productos en un número de combinaciones elevado, aunque el sistema utilizado siga siendo una cadena de montaje. En definitiva, las innovaciones en tecnología y en gestión permiten diseñar cadenas de montaje con un cierto grado de flexibilidad.

Orientación hacia el proceso

Este tipo de diseño es adoptado por las empresas que desean producir una gran variedad de productos. El proceso productivo es flexible y los recursos se agrupan por funciones. Se suelen producir artículos en cantidades pequeñas y/o en respuesta a pedidos individuales. Además se fabrican varios artículos diferentes al mismo tiempo. La palabra clave es flexibilidad, aún a costa de mayores costes de manutención y de unos tiempos muertos incomparablemente mayores a los que existen en una cadena de montaje.

Las distribuciones orientadas al proceso permiten una mejor utilización de los equipos y exigen, por ello, menor inversión. El trabajo es menos repetitivo y monótono, a la vez que exige una mayor cualificación por parte de los operarios, lo que alarga y encarece su formación.

Enfoque mixto: células de fabricación flexible

La gran disyuntiva a la hora de diseñar un proceso, y por tanto a la hora de elegir su distribución en planta, se planteará entre una distribución orientada al producto o una orientada al proceso. Sin embargo, existe una tercera opción para obtener plazos breves y costes bajos manteniendo un cierto grado de flexibilidad.

El mercado actual exige variedad y, por consiguiente, el sistema productivo ha de ser flexible, pero sólo puede sobrevivir y desarrollarse ajustando los costes. Para lograr estos objetivos se debe plantear una distribución que tenga una combinación de características propias de las orientadas al producto y de las orientadas al proceso. Este enfoque es el que se denomina tecnología de grupos.

De la combinación de ambos tipos de distribución resulta un taller dividido en distintos subtalleres, cada uno de los cuales puede funcionar con cierta independencia de los otros: son las denominadas células de fabricación. Los productos se agrupan en conjuntos homogéneos desde el punto de vista del proceso productivo que requieren, de modo que a cada grupo se le asigna una célula de fabricación. De esta forma, las trayectorias seguidas por los materiales son cortas y sencillas y cada célula mantiene, no obstante, cierta flexibilidad, puesto que es capaz de producir una gama más o menos amplia de productos.

Punto fijo

Este enfoque se aplica para productos que se producen en bajas cantidades, incluso para una única unidad. El producto permanece en una ubicación durante todo el proceso de producción (barcos, locomotoras...). Los equipos para llevar a cabo el trabajo son de uso general, no hay equipos específicos. La mano de obra es altamente cualificada y el taller debe diseñarse para la máxima flexibilidad.

Orientación del diseño de procesos productivos	
Hacia el producto	Hacia el proceso
1. Bienes de equipo muy especializados, altos costes de adquisición y mantenimiento. No existe mercado de reventa.	1. Equipos multifuncionales. Bajos costes de adquisición y mantenimiento. Existe mercado de reventa.
2. Se duplican máquinas en previsión de averías.	2. En caso de avería de una máquina no se para todo el proceso productivo.
3. Alto riesgo de obsolescencia del proceso.	3. Bajo riesgo de obsolescencia.

4. Todos los productos siguen el mismo recorrido.	4. Existe un recorrido para cada producto.
5. Ritmo de producción constante y preestablecido.	5. El ritmo de producción se basa en los pedidos.
6. Poca variedad de productos y grandes volúmenes de producción.	6. Alta variedad de productos con pequeños volúmenes.
7. Flexibilidad muy baja.	7. Alta flexibilidad.
8. Manejo de materiales entre operaciones uniforme.	8. El manejo de materiales depende de cada lote.
9. Disminuyen las tareas de transporte.	9. El transporte no se puede mecanizar porque los pedidos no siguen una secuencia única de operaciones.
10. Se requiere poco espacio para el almacenamiento temporal de productos intermedios.	10. Se requiere mucho espacio para el almacenamiento de productos intermedios.
11. Planificación muy costosa a priori, pero simplifica las tareas de control y	11. La planificación se revisa en cada nuevo pedido. La gestión administrativa del
12. Trabajo perfectamente especificado. supervisión.	12. No hay especificaciones del trabajo. proceso productivo es compleja.
13. Baja cualificación de los empleados. Costes de formación reducidos.	13. Alta cualificación de los empleados. Costes y tiempos de formación altos.
14. Bajos costes unitarios de producción.	14. Altos costes unitarios de producción.
15. Organización jerárquica del departamento de producción.	15. Estructura orgánica del departamento de producción.

Además de esa decisión estratégica (tipo de proceso de producción), cuando un proceso es diseñado partiendo de cero, deben tomarse decisiones estratégicas como la localización de la unidad productiva, la capacidad productiva, terreno y edificios necesarios, tecnología necesaria, asignación de recursos y la gestión de inventarios entre otras. Todas estas cuestiones forman parte de la planificación estratégica de la empresa, que se analizará posteriormente.

Localización de la unidad productiva

La decisión de localización es sin duda la de mayor carácter estratégico de una empresa y está íntimamente relacionada con la decisión de capacidad productiva. Tiene carácter estratégico porque afecta a la competitividad de la empresa. Existirán una serie de limitaciones de tipo técnico y económico que acoten el campo de decisión. Dentro de ellas se pueden distinguir los siguientes factores:

- Mercado de abastecimiento de recursos productivos: suministro de materias primas, suministro de energía, tipo de terrenos y coste de los mismos, suministro de maquinaria y otros elementos del activo fijo (factores tecnológicos), mano de obra y directivos (factores humanos), recursos financieros y sus fuentes.
- Mercado de consumo: precios que están dispuestos a pagar los potenciales consumidores, mercado potencial, volumen de clientes potenciales en ese lugar.
- Transporte: coste previsible de traer los recursos, coste previsible de trasladar los productos finales a los posibles mercados.
- Condiciones estructurales o institucionales: desde un punto de vista geográfico (nivel de desarrollo de las comunicaciones), desde un punto de vista sociocultural y político (tipo de población e influencia política), desde un punto de vista fiscal y jurídico (impuestos en esa zona, subvenciones, etc.).
- Factor de aglomeración: ventajas e inconvenientes de situar la empresa donde ya estén localizadas otras.

Determinación de la Capacidad Productiva

La capacidad productiva se refiere a la cantidad de producto o servicio que se puede obtener en determinada unidad productora en condiciones normales de funcionamiento y durante un determinado período de tiempo. La capacidad tiene que planificarse para los productos que van a fabricarse y venderse. Esta capacidad puede estar limitada por las características físicas del producto como el peso y tamaño, el tamaño de la planta productora, el conjunto de maquinaria, transporte, almacenamiento, etc. La cantidad de producto en las empresas comerciales y de servicio no siempre puede determinarse con facilidad. Sin embargo en una empresa bajo modalidad de producción generalizada resulta muy simple.

La cantidad de producción constituye el punto de partida para el diseño del proceso de producción. La conducta más acertada para determinar la cantidad de producción es tomar los resultados producidos por las técnicas de pronóstico de ventas, ubicados dentro de las condiciones económicas, sociales, políticas, de mercado, etc., que prevalecieron en el

momento que ocurrieron y analizarlas prospectivamente hacia las condiciones que prevalecen en el presente y las que se esperan para el futuro.

Los datos de velocidad de la producción normal de las máquinas, bajo la forma de minutos por pieza o piezas por hora para cada producto, en unión de las asignaciones correctas de tiempo de preparación, mantenimiento y reparaciones, son básicos para la determinación de la capacidad de producción del equipo. A continuación hay que formular una política sobre el número de turnos de trabajo, para poder calcular el número de horas que va a trabajar el equipo semanalmente. La mayor parte de las empresas estiman que sus equipos deben operar del 75 al 80% de las horas de operación teórica o disponible de acuerdo con los programas de trabajo de emergencia. Cuando no se alcanza este porcentaje, se suele tener una evidencia de primera mano de que algún control está fallando.

La capacidad productiva tiene carácter estratégico porque condiciona la competitividad de la empresa. Porque si no adopta la decisión correcta se van a crear problemas, tanto por defecto como por exceso.

Falta de Capacidad	Exceso de Capacidad
Falta de Abastecimiento Mayores posibilidades de averías y fatiga	Reducción de precios para estímulo de la demanda Pérdida de competitividad por reducción de márgenes

Existen cuatro tipos de capacidades productivas:

- Capacidad Diseñada: es la máxima tasa de producción que puede generar un proceso teniendo en cuenta factores tales como sistema de producción, equipo, disposición de las instalaciones, producto, recursos humano, etc. Esta es la capacidad deseada por toda empresa, aunque la probabilidad de alcanzarla es baja debido a la influencia de los otros factores presentes.
- Capacidad Efectiva o deseada: es la fracción de la capacidad diseñada que la empresa espera lograr aplicar para su mezcla de productos y servicios al nivel de calidad ofrecido y siguiendo sus propios métodos de planificación y control, mantenimiento, productividad, etc.

$$\text{CAPACIDAD EFECTIVA} = \frac{\text{CAPACIDAD ESPERADA}}{\text{CAPACIDAD DISEÑADA}}$$

- Capacidad real o útil: es la capacidad utilizada por el proceso productivo como resultado de los ajustes reales con motivo de los procedimientos, mantenimientos correctivos y preventivos, cambios o defectos en las materias primas, ausencias y problemas con el recurso humano, etc. En la medida que se incrementa la producción real de un proceso, se incrementa también la utilización de la capacidad diseñada y por lo tanto la eficiencia del proceso. Se logra solamente con un adecuado plan de optimización de recursos y será siempre inferior a la capacidad diseñada.

$$\text{UTILIZACION DE LA CAPACIDAD} = \frac{\text{CAPACIDAD UTIL}}{\text{CAPACIDAD DISEÑADA}}$$

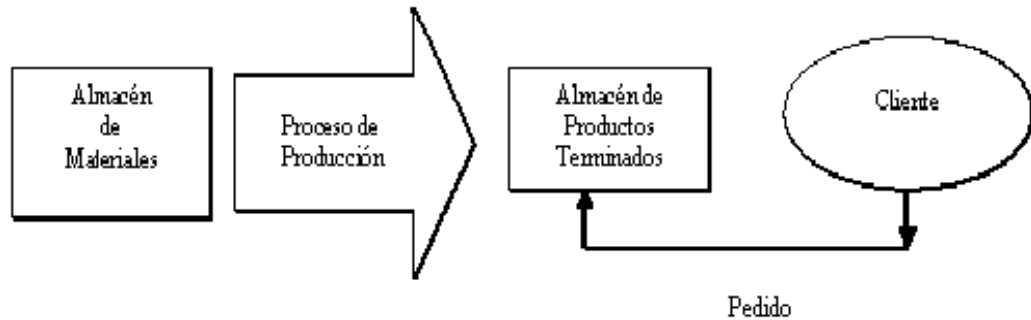
$$\text{EFICIENCIA DE LA CAPACIDAD} = \frac{\text{CAPACIDAD UTIL}}{\text{CAPACIDAD EFECTIVA}}$$

- Capacidad Compartida: es la capacidad agregada a la capacidad real de una empresa, con subcontrataciones a otras empresas por temporadas de alta demanda que han desbordado la capacidad real.

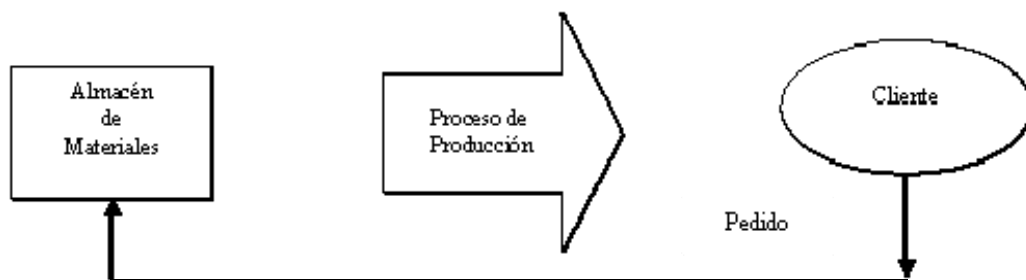
Inventarios

Respecto a los inventarios, la política de inventarios tiene un gran impacto sobre el funcionamiento de la empresa, siendo una de las principales preocupaciones de los directores de operaciones, ya que ejerce un efecto directo sobre el costo, los tiempos del ciclo de producción, los plazos de entrega de los pedidos y la flexibilidad productiva de la empresa. Por lo tanto es parte importante de la estrategia productiva de la empresa. Hay tres formas de enfocar la producción desde este punto de vista:

- Producción para inventarios (PPI): producir de esta manera exige conformar grandes cantidades de productos terminados baratos; es decir, de coste unitario bajo, pues de otra manera los costes de los stocks lastran la rentabilidad del proceso. Para abaratar los productos se requiere que las operaciones hechas sobre ellos sean parecidas, o muy iguales, lo que hace que sean productos muy iguales. Este sistema se utiliza para los productos altamente estandarizados, los cuales generalmente, se refieren a los producidos en sistemas en masa o en procesos continuos. Se garantiza al cliente final o consumidor la constante disposición de producto, el periodo de entrega es inmediato. No es de interés para las operaciones de producción el comportamiento de los pedidos sino el comportamiento de los inventarios con el fin de programar una reposición adecuada y en el plazo oportuno.

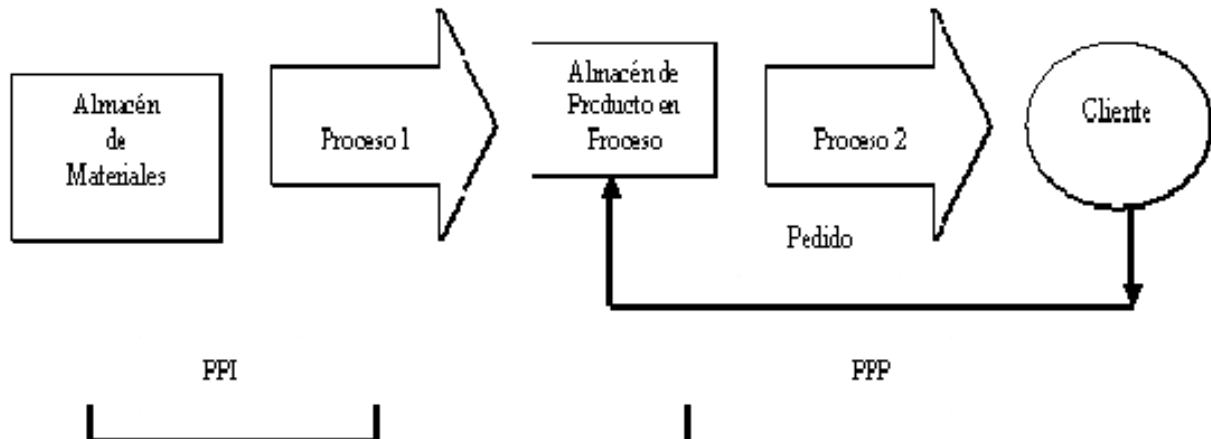


- Producción por pedidos (PPP): procesos donde las opciones que los clientes pueden solicitar en el producto final son muy numerosas. Aquí no se tienen inventarios de productos terminados, dado que la producción no se inicia hasta que el cliente hace el pedido y por lo cual las órdenes se surten con algún retraso. La preocupación principal de los responsables de las operaciones es la de garantizar una alta flexibilidad en todos los procesos de la planta para poder hacer una entrega rápida al cliente sin tener que recurrir a la formación de inventarios.



- Producción para ensamble sobre pedido (ESP): Este proceso puede considerarse como un sistema híbrido entre los sistemas PPI y PPP, donde el responsable de la producción debe garantizar que los dos procesos funcionen correctamente para que la pronta respuesta a la demanda no se vea afectada por faltantes en alguno de los procesos.

En el proceso 1 se requiere que la empresa dedique suficientes máquinas para la formación de los niveles deseados de inventarios, mientras que en el proceso 2 normalmente se utilizan sistemas configuraciones modulares de ensamble en las cuales existe una alta flexibilidad de la mano de obra y del equipo. Mediante este sistema se realizan múltiples productos basados en diferentes opciones, ensamblando distintas partes estandares. En tales casos sería inviable mantener stocks de todos los productos posibles de producir.



1.6.4 Objetivos de un proceso productivo

La tendencia actual es expresar los objetivos de la manufactura en función de las seis principales prioridades competitivas de las empresas: costo, calidad, rendimiento, entregas, flexibilidad e innovación:

1. Costo: coste unitario de cada producto o servicio, interesa que sea lo más reducido posible, sin que ello influya en otros aspectos como la calidad, seguridad, rendimiento... Se incluyen los costes por materias primas y materiales, horas de personal, cargos indirectos y otros recursos de fabricación. Tomar medidas para reducir costes implica el rediseño de los productos, emplear nuevas tecnologías de producción, incrementos en el volumen y tasas de producción, reducción del desperdicio, reducción de inventarios...
2. Calidad: grado de conformidad entre las operaciones y materiales aplicados con las especificaciones y requisitos del cliente y el grado de severidad o dificultad de tales especificaciones y expectativas. Para mejorar la calidad hay que trabajar sobre la apariencia de los productos, sobre el mal funcionamiento o defectos, reducción de desgastes, incremento de la durabilidad, servicio de postventa...
3. Diferenciación del producto: rendimiento de las características del producto o de su diseño, que le permite hacer cosas que los demás productos no pueden.
4. Plazo de entrega: duración del tiempo entre la recepción del pedido y la entrega al cliente del producto terminado. Hay dos conceptos dentro del plazo de entrega. Por una parte la entrega a tiempo que se puede mejorar mejorando el control en la recepción de pedidos, mejorando los sistemas de información y ofreciendo plazos de entrega realistas. Por otro lado está la entrega rápida. Esta se favorece mediante inventarios mayores de productos finalizados, tasas de producción superiores, métodos de embarque más rápidos y sistema de distribución más eficientes.
5. Flexibilidad: la facilidad con que la empresa puede reducir o ampliar la gama de productos o el tamaño de la producción, para responder con rapidez a las necesidades de los clientes. Esta prioridad competitiva se mejora con el cambio en el tipo de

proceso productivo, reducción de la cantidad de trabajo en el proceso, incremento en la capacidad de producción, utilización del CAD/CAM, adopción del JIT...

6. Innovación: la habilidad para introducir nuevos productos o para cambiar el diseño de los actuales, dentro de la mayor brevedad posible. Esto exige en la organización crear una cultura orientada a la creatividad como máxima expresión de la innovación. Desarrollar estrategias de innovación exige un compromiso para asumir retos de inversión en investigación y desarrollo de nuevos productos. La innovación también exige una mirada al entorno, por esto es importante el desarrollo de proyectos que conduzcan a mejorar las condiciones ambientales y a disminuir el alto impacto que ocasionan los productos que son elaborados con materias primas e insumos que no se degradan fácilmente.

Dado que no existe ningún sistema de producción que pueda satisfacer todas las prioridades competitivas anteriormente definidas, se hace necesario posicionar la estructura productiva con el fin de enfocar todo el aparato productivo hacia el logro de los objetivos y las metas de la estrategia empresarial y posteriormente, identificar el tipo de configuración productiva capaz de lograr los niveles exigidos.

Cualquier empresa no puede fabricar todo tipo de producto ni mucho menos puede considerarse buena para la elaboración de todo tipo de artículos y partes. Cada empresa tiene sus propias fortalezas y debilidades y está sujeta a las presiones del mercado externo y de las expectativas del personal interno. Para las pequeñas y medianas empresas podría resultar deseable especializarse, de alguna manera, en unos cuantos procesos de producción o en unos cuantos modelos de productos, de modo que sean poco vulnerables frente a competidores más pequeños y puedan ofrecer a un conjunto específico de clientes un mejor paquete de atractivos como el costo, la entrega, la calidad y el servicio al cliente.

Existen influencias externas e internas capaces de introducir ciertos condicionamientos mutuos entre las prioridades competitivas, como si compitiesen entre sí. Por ejemplo, una empresa no puede tener la condición de ser al mismo tiempo innovadora y tener costos bajos. Estos condicionamientos denominados “trade-offs” deben ser identificados y analizados antes de definir el posicionamiento de la estructura productiva. Si una empresa deseara competir con altos niveles de flexibilidad y entrega, en razón de los trade-offs solo cuenta con alguna de las siguientes dos alternativas: o replantea la prioridad, o divide la planta en dos para atender ambas prioridades, aunque si la prioridad fuese aplicable a un solo tipo de productos tendrá forzosamente que adoptar la alternativa primera.

Generalmente, el procedimiento seguido al diseñar la estructura de producción consiste en la consideración inicial de todas las formas posibles de organización del proceso de transformación con sus asignaciones de equipos, tipos de personal, etc., hasta llegar a identificar los niveles de outputs que se logran alcanzar con cada una de las diferentes configuraciones productivas en cada una de las prioridades competitivas con el fin de analizar si es posible alcanzar las metas planteadas en la estrategia empresarial que se tiene, o si es necesario replantear alguna de las dos.

1.6.5 Concepto de productividad

Las seis prioridades competitivas descritas en el anterior apartado, persiguen el mayor beneficio para la empresa y poder perdurar en el mercado el mayor tiempo posible. Relacionado con estos conceptos está el concepto de productividad, tan mencionado e importante para las empresas. El concepto de productividad en diversos organismos internacionales es el siguiente:

- OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico). Productividad es igual a producción dividida por cada uno de sus elementos de producción.
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). Los productos son fabricados como resultados de la integración de cuatro elementos principales: tierra, capital, trabajo y organización. La relación de estos elementos a la producción es una medida de la productividad.
- EPA (Agencia Europea de Productividad). Productividad es el grado de utilización efectiva de cada elemento de producción. Es sobre todo una actitud mental. Busca la constante mejora de lo que existe ya. Está basada sobre la convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer, y mejor mañana que hoy. Requiere esfuerzos continuados para adaptar las actividades económicas a las condiciones cambiantes y aplicar nuevas técnicas y métodos.

El concepto más generalizado de productividad es el siguiente: la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo (outputs o salidas) y los recursos utilizados para obtener dicha producción (inputs o entradas: materia prima, mano de obra, maquinaria, energía, capital, capacidad técnica...). La productividad aumenta en los siguientes casos:

- Misma entrada, salida más grande.
- Entrada más pequeña, misma salida.
- Incrementar salida, disminuir entrada.
- Incrementar salida en mayor proporción que la entrada.
- Disminuir la salida en forma menor que la entrada.

La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado. Para poder incrementar el valor agregado se hace necesario producir lo que el mercado (cliente) valora y hacerlo con el menor consumo de recursos, todo lo cual nos permitirá reducir los costos y por ende incrementar los beneficios, haciendo a nuestra organización más productiva. De esta forma se puede ver la productividad no como una medida de la producción, ni de la cantidad que se ha fabricado, sino como una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos logrados. Esta definición de productividad se asocia con el logro de un producto eficiente, enfocando la atención específicamente en la relación del producto con el insumo utilizado para obtenerlo.

Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta en una mayor rentabilidad para la empresa. Esto otorga a la empresa mayor competitividad y una ventaja competitiva, que posibilitará su permanencia en

el mercado. Por eso, la productividad es un factor fundamental en el desarrollo diario de todo negocio, este aspecto se tiene en cuenta en los planes a corto y largo plazo.

La mejora de la productividad en las empresas se obtiene innovando en:

- Tecnología.
- Materiales.
- Productos.
- Métodos.
- Procesos de producción.
- Organización.
- Recursos humanos.
- Relaciones laborales.
- Condiciones de trabajo.
- Calidad.

En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados. Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos. La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas.

La productividad está relacionada con la calidad y con la mejora continua del sistema de gestión de la calidad. Gracias a este sistema de calidad se puede prevenir los defectos de calidad del producto y así mejorar los estándares de calidad de la empresa sin que lleguen al usuario final. La productividad va en relación con los estándares de producción. Si se mejoran estos estándares, entonces hay un ahorro de recursos que se reflejan en el aumento de la utilidad. Por ello, el sistema de gestión de la calidad de la empresa trata de aumentar la productividad.

Los indicadores asociados a la productividad y la calidad son la eficiencia, efectividad y eficacia:

- Eficiencia: Se utiliza para dar cuenta del uso de los recursos o cumplimiento de actividades con dos acepciones: la primera, como la “relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos estimados o programados”; la segunda, como “grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándose en productos”. Cómo se puede observar ambas definiciones están vinculados a la vertiente de la productividad más difundida; pero si sólo utilizáramos este indicador como medición de la productividad únicamente asociaríamos la productividad al uso de los recursos; sólo se tomaría en cuenta la cantidad y no la calidad de lo producido, pondríamos un énfasis mayor “hacia adentro” de la organización, buscando a toda costa ser más eficiente y pudiendo obtener un estilo efficientista para toda la organización que se materializaría en un análisis y control riguroso del cumplimiento de los presupuestos de gastos, el uso de las horas disponibles, etc. No obstante las limitaciones, el concepto de eficiencia nos lleva a tener siempre presente la idea del costo, a través del uso que hagamos de los recursos.

- **Efectividad:** es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, o sea nos permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados. Cuando se considera la cantidad como único criterio se cae en estilos efectivistas, aquellos donde lo importante es el resultado, no importa a qué coste. La efectividad se vincula con la productividad a través de impactar en el logro de mayores y mejores productos (según el objetivo); sin embargo, adolece de la noción del uso de recursos. No obstante, este indicador nos sirve para medir determinados parámetros de calidad que toda organización debe preestablecer y también para poder controlar los desperdicios del proceso y aumentar el valor agregado.
- **Eficacia:** Valora el impacto de lo que hacemos, del producto o servicio que prestamos. No basta con producir con 100% de efectividad el servicio o producto que nos fijamos, tanto en cantidad y calidad, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado; aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado. Como puede deducirse, la eficacia es un criterio muy relacionado con lo que hemos definido como calidad (adecuación al uso, satisfacción del cliente), sin embargo considerando ésta en su sentido amplio (calidad del sistema).

Del análisis de estos tres indicadores se desprende que no pueden ser considerados ninguno de ellos de forma independiente, ya que cada uno brinda una medición parcial de los resultados. Es por ello que deben ser considerados como un Sistema de Indicadores que sirven para medir de forma integral la productividad.

1.6.6 Desperdicios en fabricación

Estrechamente relacionado con la productividad están los desperdicios que provoca el proceso productivo. Cuanto menores sean estos, mayor será la productividad. Es el principio básico de la producción ajustada o esbelta (lean manufacturing). Todo lo que no sea la cantidad mínima de equipos, materiales, piezas, espacio y tiempo del trabajador, que resulten esenciales para añadir valor al producto se considera desperdicio. Los productos fabricados en cada planta pueden ser muy diferentes, pero los desperdicios típicos que se van a encontrar son muy semejantes. Se pueden determinar siete tipos de desperdicios fundamentales:

1. **Desperdicio por exceso de producción:** se produce al fabricar más artículos de los que necesita el mercado. Es uno de los peores desperdicios y se da con frecuencia en las fábricas. Cuando el mercado está en alza, no destaca demasiado este desperdicio, sin embargo cuando la demanda baja, se agudiza su importancia. El desperdicio por exceso de producción suele aparecer cuando el trabajo se realiza por anticipado:

- Se consumen más materias primas.
- Se pagan salarios por trabajos innecesarios.
- Mayor manipulación de materiales.
- Espacio adicional en el almacén de existencias.
- Mayor número de personal y máquinas para controlar la producción.

El desperdicio por exceso de producción no siempre resulta fácil de identificar. Las máquinas y trabajadores no han de utilizarse plenamente una vez que han sido

satisfechas las necesidades del mercado.

2. Desperdicios por tiempos de espera: el desperdicio en forma de espera suele descubrirse con facilidad. Tiene que hacerse salir a la luz, para poder tomar medidas correctoras. Los trabajadores permanecen sin hacer nada una vez que hayan finalizado con el volumen de trabajo. También existen trabajadores que se limitan a observar la máquina durante su operación, por si surge algún problema. Suele ser ya demasiado tarde si algo sucede. Por ello las máquinas deberán tener sistemas de detención automática en caso de avería.

3. Desperdicios por transporte: el transporte y la doble y triple manipulación, son desperdicios comunes en todas las fábricas. Los layouts (distribución en planta) diseñados erróneamente, pueden hacer que tengamos que transportar materiales a largas distancias o provocar doble y triple manipulación. Para eliminar este desperdicio de transporte tendremos que mejorar:

- El diseño de circuitos.
- Los métodos de transporte.
- Orden.
- Organización del lugar de trabajo.

4. Desperdicios del proceso: el método de proceso en sí mismo puede constituir una fuente de problemas que provoquen desperdicios innecesarios. Si los aparatos utilizados en el proceso no están correctamente mantenidos o preparados, los operarios tienen que realizar un esfuerzo adicional para procesar los materiales. La solución a este problema radica en añadirse o modificarse determinados aparatos para facilitar el funcionamiento de una máquina, eliminando la intervención del operario.

5. Desperdicio de existencias: el exceso de existencias incrementa el costo del producto. Por ello deberemos intentar reducir los niveles de existencias:

- Desechar los materiales obsoletos.
- No producir artículos que no se necesiten en el proceso subsiguiente (equilibrio en la línea).
- No comprar ni traer artículos en grandes lotes (los ahorros que se consigan por cantidad quizás sean menores que los desperdicios por existencias).
- Fabricar productos en pequeños lotes.

Debido a los muchos problemas vinculados con las existencias, hemos de prestar atención en la eliminación de las mismas. El exceso de existencias es la raíz de muchos problemas.

6. Desperdicio de movimiento: todo tiempo que no se dedique a añadir valor al producto, debe eliminarse en la medida de lo posible. (Mover \neq Trabajar).

7. Desperdicio por defectos en los productos: cuando en un puesto de trabajo se producen defectos, los operarios de los puestos subsiguientes pierden tiempo esperando, con lo cual se añade costo y tiempo de producción. Además, quizá sea necesario repetir trabajo o desechar los productos defectuosos. La clasificación de las piezas, separando las

correctas de las incorrectas, también requiere mano de obra adicional. Para solucionar este problema, tendremos que crear un sistema que descubra los defectos de forma que cualquiera que esté presente pueda llevar a cabo de inmediato una acción correctora.

Métodos para reducir los desperdicios

- Simplificar:

- La codificación mediante colores es uno de los métodos más sencillos para eliminar confusiones innecesarias en las operaciones. Permitirá agilizar las operaciones de puesta a punto.
- Poka-yoke (mecanismos a toda prueba), permite al operario concentrarse en su trabajo, sin perder atención en no cometer errores.

- Combinar:

- Acercando las máquinas y combinando el trabajo, un operario puede manejar más de una máquina, obteniendo el mismo producto final.

- Eliminar:

- Encontrar soluciones sencillas para eliminar trabajos de ajuste.
- Empleo de piezas estandarizadas para los diferentes productos. Se reduce de este modo la proliferación de piezas y las operaciones de puesta a punto.

1.6.7 Procesos básicos de fabricación y tecnología

Un proceso de fabricación, es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas, para añadir valor a un material. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada, tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o el aspecto. En el ámbito industrial se suelen considerar los procesos elementales que se indican a continuación:

Moldeo

- Fundición: se denomina fundición al proceso de fabricación de piezas, comúnmente metálicas (aleaciones de hierro, acero, bronce, latón y otros) pero también de plástico, consistente en fundir un material e introducirlo en una cavidad, llamada molde, donde se solidifica. El molde de dos o más partes suele ser de arena, por ser este un material refractario muy abundante y mezclándolo con arcilla y otros elementos adquiere cohesión y moldeabilidad sin perder la permeabilidad que posibilita la salida de los gases.

El proceso básico es el siguiente: primero se construye un modelo de la pieza a fabricar en madera, plástico, metal... para formar la cavidad del molde. Se prepara la mezcla de arena, arcilla y demás aglomerantes necesarios en cada caso y se fabrica la

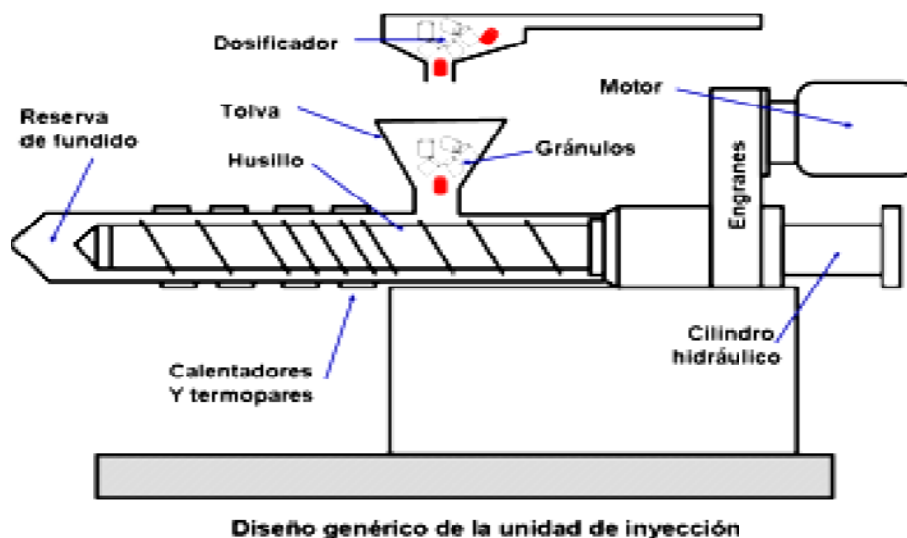
caja del molde, compactando la arena alrededor del modelo. Una vez fabricado el molde se funde el material de la pieza y se ejecuta la colada. Tras el periodo de enfriamiento de la pieza, se rompe el molde se saca la pieza, se quitan los bebederos y se limpia. Este proceso se puede realizar para una pieza o unas pocas piezas, en estos casos el proceso puede ser manual o artesanal. Cuando la repetitividad de una pieza es lo suficientemente importante, se puede automatizar la fabricación con maquinaria específica de fabricación de moldes (prensas mecánicas, prensas hidráulicas...), hornos de fundición, instalaciones automatizadas de limpieza de piezas... De este modo se fabrican por ejemplo los bloques de los motores de combustión interna.

- **Pulvimetalurgia:** la pulvimetalurgia o metalurgia de polvos es un proceso de fabricación que, partiendo de polvos finos metálicos (hierro, acero, cobre, estaño, aluminio, níquel, titanio...) y tras su compactación para darles una forma determinada (compactado), se calientan en atmósfera controlada (sinterizado) para la obtención de la pieza. Este proceso es adecuado para la fabricación de grandes series de piezas pequeñas de gran precisión, para materiales o mezclas poco comunes y para controlar el grado de porosidad o permeabilidad. Algunos productos típicos son rodamientos, árboles de levas, herramientas de corte, segmentos de pistones, guías de válvulas, filtros, etc. Las fases del proceso básico son: primero hay que obtener los polvos (mediante atomización, reducción de óxidos, pulverización mecánica o condensación de vapores metálicos). Posteriormente se dosifican y mezclan polvos de tamaños y composiciones diferentes en una atmosfera controlada para evitar oxidaciones. A continuación se compactan en frio mediante prensas mecánicas o hidráulicas (uniaxiales o de doble embolo) en una matriz. También se puede realizar un prensado isostático en frio. El último paso es el sinterizado, consiste en el calentamiento de la pieza en horno eléctrico con atmósfera controlada a una temperatura en torno al 75% de la de fusión. Hay otra variante de las dos últimas etapas del proceso, que se hacen en una misma fase, se denomina prensado isostático en caliente. Se realiza el compactado y el sinterizado a la vez, encerrando herméticamente el polvo en un recipiente flexible y exponiéndolo seguidamente a alta temperatura y presión.

- **Moldeo por inyección:** es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero, cerámico o un metal en estado fundido en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semicristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada. Este es el principal proceso de transformación de plástico, por la versatilidad de piezas que pueden fabricarse y la rapidez con la que se fabrican, por ejemplo juguetes, carcasas de móviles, piezas para automoción... Se pueden lograr altos niveles de producción y costos reducidos, geometrías complejas y acabados buenos.

La máquina que se usa en este proceso se denomina inyectora. Consta de tres partes importantes: la unidad de inyección, la unidad de cierre y el molde. La primera tiene la función principal de fundir, mezclar e inyectar el polímero. Es la encargada de recibir el material manual o automáticamente y por gravedad éste entra en el husillo. El husillo es una especie de tornillo helicoidal grande que lo cubre una camisa metálica donde se colocan las resistencias eléctricas para fundir el material. Al girar

el husillo el material va avanzando por el hasta su punta y se va acumulando, fluidificado, hasta que llega al volumen óptimo para cada pieza. El husillo ejerce de embolo para introducir el material en el molde, proporcionándole la presión necesaria para llenar y compactar la pieza.



La unidad de cierre es la prensa hidráulica o mecánica que cierra el molde y que ejerce la presión suficiente para contrarrestar la presión interna que ejerce el polímero al ser inyectado en el molde y evitar que éste se abra. La tercera parte importante es el molde que es de acero. Estos molde son intercambiables, por tanto basta con cambiar de molde y ajustar la máquina para obtener diferentes piezas. Tienen dos partes, una móvil que se sujeta en la placa móvil de la unidad de cierre y otra fija que se sujeta en la placa fija de la maquina y es por donde entra el material fundido. El molde dispone la cavidad de la pieza, los conductos de llenado por donde entra el material, los conductos de refrigeración para solidificar la pieza y las barras expulsoras para extraer la pieza. Esta extracción puede ser manual, por gravedad o robotizada. Las inyectoras actuales disponen de pantalla monitorizada para controlar los parámetros del proceso, presiones, temperaturas, tiempos...

- Moldeo por soplado: proceso utilizado para fabricar piezas de plástico (termoplásticos) huecas gracias a la expansión del material, por ejemplo botellas de plástico. Esto se consigue por medio de la presión que ejerce el aire en las paredes de la preforma. Este proceso se compone de varias fases, la primera es la obtención del material a soplar, preforma, similar a un tubo de ensayo. Después viene la fase de soplado (se inyecta aire) que se realiza en el molde que tiene la geometría final, así el material se expande y forma la pieza final. Puede haber una fase intermedia entre las dos anteriores para calentar el material si fuera necesario, seguidamente se enfría la pieza y por último se expulsa. Para facilitar el enfriamiento de la pieza los moldes están provistos de un sistema de refrigeración así se incrementa el nivel productivo. Los equipos que se utilizan en el proceso son: una inyectora, encargada de realizar la preforma inicial, un equipo calefactor para incrementar la temperatura de la preforma y llevar el material así a un estado plástico para poder deformarlo y por ultimo un equipo de soplado que se utilizará para inyectar el aire a presión. Además se

necesitará un molde con la forma de la pieza que disponga de un sistema de refrigeración. Los procesos de soplado actuales suelen realizarse de forma continua utilizándose el sistema de carrusel vertical u horizontal. Consiste en una unidad donde el material va pasando por las sucesivas estaciones hasta que la pieza queda finalizada.

- **Moldeo por compresión:** proceso de conformado de piezas en el que el material, generalmente un polímero, es introducido en un molde abierto al que luego se le aplica presión para que el material adopte la forma del molde y calor para que el material reticule y adopte definitivamente la forma deseada. En algunos casos la reticulación es acelerada añadiendo reactivos químicos, por ejemplo peróxidos. También se utiliza este proceso con materiales compuestos, por ejemplo plásticos reforzados con fibra de vidrio. No se utiliza mucho este método.

Conformado por deformación plástica

- **Laminación:** es un proceso de deformación volumétrica en el que se reduce el espesor inicial del material trabajado mediante las fuerzas de compresión que ejercen dos rodillos sobre la pieza/material de trabajo. Los rodillos giran en sentidos opuestos para que fluya el material entre ellos, ejerciendo fuerzas de compresión al pasar entre ellos y de cizallamiento originadas por el rozamiento que se produce entre los rodillos y el material. El material (acero, aluminio, cobre, magnesio, plomo, estaño, cinc...) fluye de modo continuo y en una dirección preferente. Los procesos de laminado se realizan, en su gran mayoría, en caliente por la gran deformación ejercida sobre el material trabajado. Además, los materiales laminados en caliente tienen propiedades isotrópicas y carecen de tensiones residuales. Los principales inconvenientes que presenta el laminado en caliente son que el producto no puede mantenerse dentro de tolerancias adecuadas y que la superficie de la pieza queda cubierta por una capa de óxido característica. La laminación en caliente de las aleaciones con hierro generalmente se realiza sin lubricantes, aunque se puede utilizar el grafito. Se usan soluciones en base agua para romper la cascarilla sobre el material laminado y para enfriar los rodillos. Las aleaciones no ferrosas se laminan en caliente y se utilizan aceites compuestos, ácidos grasos y emulsiones. La laminación en frío se realiza con lubricantes de baja viscosidad o con lubricantes solubles en agua, como emulsiones, aceites minerales, parafina y aceites grasos.

El proceso de laminación se lleva a cabo en unas máquinas denominadas laminadores. Las etapas del proceso son: primero se calienta en un horno los lingotes del metal a laminar hasta la temperatura adecuada, esta primera etapa sólo se lleva a cabo para la laminación en caliente, en laminación en frío no hace falta. Después el material entra en el tren de laminación. Estos lingotes se pueden transformar en planchas para fabricar placas o laminas, mediante rodillos planos. También se les puede dar formas, laminación de forma, empleando rodillos que tienen impresa la forma deseada. De este modo se pueden fabricar perfiles (en L, en U...), barras (redondas, cuadradas...), varillas, etc. Incluso se pueden fabricar roscas y engranajes. Para obtener los espesores y forma final a menudo es realizar varias pasadas al material por el tren de laminación, incluso pasarlo por diferentes trenes de laminación, uno de desbaste, otro intermedio y el último el de acabado final.

Existen diferentes tipos de laminadores. El más común consiste en dos rodillos opuestos y se conoce como molino de laminación de dos rodillos. Otras configuraciones menos utilizadas son la de tres rodillos, cuatro rodillos y rodillos tándem. Los materiales utilizados para los rodillos deben ser resistentes mecánicamente y resistentes al desgaste, normalmente se utilizan fundiciones de hierro, acero fundido y acero forjado, para rodillos de pequeños diámetros se utilizan carburos de tungsteno. Las máquinas de laminación suelen ser de gran tamaño y requieren una alta inversión, por lo que se utilizan para la producción en masa o continua.

- Forja: es un proceso de conformado por deformación plástica que puede realizarse en caliente o en frío y en el que la deformación del material se produce por la aplicación de fuerzas de compresión. Este proceso de fabricación se utiliza para dar una forma y unas propiedades determinadas (elimina poros, cavidades, afina el grano del material y orienta las fibras) a los metales y aleaciones a los que se aplica mediante grandes presiones, tales como aluminio, cobre, titanio, cinc, acero, magnesio... La forja tiene multitud de aplicaciones en distintos campos, algunas de ellas son las siguientes: bielas, cigüeñales, ejes, rejas, barandillas, cabezas de tornillos, de pernos, remaches, clavos, etc. La deformación se puede realizar de dos formas diferentes: por presión, de forma continua utilizando prensas, o por impacto, de modo intermitente utilizando martillos pilones. Los principales tipos de forja que existen son:

- Forja libre: es el tipo de forja industrial más antiguo y se caracteriza porque la deformación del metal no está limitada (es libre) por su forma o masa. Se utiliza para fabricar piezas únicas o pequeños lotes de piezas, donde normalmente éstas son de gran tamaño. Además este tipo de forja sirve como preparación de las preformas a utilizar en forjas por estampa.

- Forja con estampa: consiste en colocar la pieza entre dos matrices que al cerrarse conforman una cavidad con la forma y dimensiones que se desean obtener para la pieza. A medida que avanza el proceso, ya sea empleando martillos o prensas, el material se va deformando y adaptando a las matrices hasta que adquiere la geometría deseada. Se utiliza para fabricar grandes series de piezas cuyas dimensiones y geometrías pueden variar ampliamente. Las dimensiones de estas piezas van desde unos pocos milímetros de longitud y gramos de peso hasta varios metros y toneladas, y sus geometrías pueden ser simples o complejas.

- Recalcado: a diferencia de los procesos anteriores que se realizan en caliente, este además puede realizarse en frío. Consiste en la concentración o acumulación de material en una zona determinada y limitada de una pieza (normalmente en forma de barra). Por tanto, una consecuencia directa de este proceso es que disminuye la longitud de la barra inicial y aumenta la sección transversal de ésta en la zona recalcada.

- Forja artesanal: en este caso, la forja es el arte y el lugar de trabajo del forjador o herrero, cuyo trabajo consiste en dar forma al metal por medio del fuego y del martillo. Una forja contiene básicamente una fragua para calentar los metales (normalmente compuestos de hierro), un yunque y un recipiente en el cual se

pueden enfriar rápidamente las piezas forjadas para templarlas. Las herramientas incluyen tenazas para sostener el metal caliente y martillos para golpearlo.

- **Extrusión:** es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada. Las dos ventajas principales de este proceso por encima de procesos manufacturados son la habilidad para crear secciones transversales muy complejas y el trabajo con materiales que son quebradizos, porque el material solamente encuentra fuerzas de compresión y de cizallamiento. También cabe destacar que las piezas finales se forman con una terminación superficial excelente. El proceso de extrusión puede hacerse con el material caliente o frío. Los materiales extruidos comúnmente incluyen metales (magnesio, cobre, aluminio, acero, titanio...), polímeros (tuberías, cañerías...), cerámicas (ladrillos), hormigón y productos alimenticios (pasta, cereales...). Existen varios métodos para la formación de cavidades internas en la extrusión. Una vía es usar una barra hueca y entonces usar un mandril fijo o flotante. Una prensa especial es usada para controlar el mandril independientemente del material de partida.

El proceso de fabricación es el siguiente: la extrusión en caliente se hace a temperaturas elevadas para evitar el trabajo forzado y hacer más fácil el paso del material a través del troquel. La mayoría de la extrusión en caliente se realiza en prensas hidráulicas horizontales. El proceso comienza con el calentamiento del material. Éste se carga posteriormente dentro del contenedor de la prensa. Se coloca un bloque en la prensa de forma que sea empujado, haciéndolo pasar por el troquel. Si son requeridas mejores propiedades, el material puede ser tratado mediante calor o trabajado en frío. La lubricación es necesaria, puede ser aceite o grafito para bajas temperaturas de extrusión, o polvo de cristal para altas temperaturas de extrusión. La mayor desventaja de este proceso es el costo de las maquinarias y su mantenimiento. La extrusión fría es hecha a temperatura ambiente o cerca de la temperatura ambiente. La ventaja de ésta sobre la extrusión en caliente es la falta de oxidación, lo que se traduce en una mayor fortaleza debido al trabajo en frío o tratamiento en frío, estrecha tolerancia, buen acabado de la superficie y rápida velocidad de extrusión si el material es sometido a breves calentamientos. Los materiales que son comúnmente tratados con extrusión fría son: plomo, estaño, aluminio, cobre, circonio, titanio, molibdeno, berilio, vanadio, niobio y acero. Algunos ejemplos de productos obtenidos por este proceso son: los tubos plegables, el extintor de incendios, cilindros del amortiguador, pistones automotores, entre otros.

Existen diferentes variaciones en el equipamiento para la extrusión. Varían en cuatro características fundamentales:

1. **Movimiento de la extrusión con relación al material que será sometido a extrusión:** Si el troquel se sostiene de forma estacionaria y el material de partida se mueve hacia él, se trata de una "extrusión directa", el proceso más común de extrusión, tiene el inconveniente de que la fuerza requerida es grande. Si el material de partida está estacionario y el troquel se mueve hacia el material de partida, se trata entonces de una "extrusión indirecta", permite la extrusión de barras más largas.
2. **La posición de la prensa,** ya sea vertical u horizontal.
3. **El tipo de manejo,** ya sea hidráulico o mecánico.

4. El tipo de carga aplicada, ya sea convencional (variable) o hidráulica.

Muchas de las prensas modernas de extrusión directa como indirecta usan empuje hidráulico, pero hay pequeñas prensas mecánicas que aún se usan. De las prensas hidráulicas hay dos tipos: prensa empuje-directo de aceite y empuje- acumulador de agua. Prensa de empuje-directo de aceite son las más comunes porque son fiables y robustas. Estas pueden producir sobre 34,5 MPa. Suple una presión constante a lo largo de toda la barra. La desventaja es que son lentas, entre 50 y 200 mm/s. Las prensas de empuje por acumulador de agua son más caras y más grandes que la prensa de empuje directo de aceite, esta pierde sobre el 10% de su presión sobre el golpe, pero son más rápidas, sobre los 380 mm/s. Por esto son usadas en la extrusión del acero. También son usadas en materiales que tienen que ser calentados a altas temperaturas por razones de seguridad.

Hay otro método diferente a la extrusión directa e indirecta, denominada extrusión hidrostática. En la extrusión hidrostática la barra es completamente rodeada por un líquido a presión, excepto donde la barra hace contacto con el troquel. Este proceso puede ser hecho caliente, tibio o frío. De cualquier modo, la temperatura es limitada por la estabilidad del fluido usado. El fluido puede ser presurizado mediante émbolo o mediante una bomba con un intensificador de presión. Las ventajas de este proceso son que se pueden extruir largas barras y grandes secciones transversales, se reduce la fuerza requerida en la extrusión permitiendo mayores velocidades y el material se calienta menos. Por otro lado cabe destacar que contener el fluido a altas presiones puede ser dificultoso y que las barras previamente han de ser pulidas para quitarles los defectos superficiales. Las prensas de extrusión hidrostática usualmente usan aceite ricino con presiones por encima de 1380 MPa. El aceite de ricino es usado por su buena lubricación y su alta propiedad de presión.

- Estirado: proceso en el que se estira una barra o varilla de metal con el objetivo de reducir su sección. Para reducir la sección de la pieza, se utiliza una matriz de un material metálico muy duro insertado en un bloque de acero. La reducción de la sección del material dependerá del ángulo de abertura de la matriz. El proceso de estirado, como norma general, se realiza como una operación de deformación plástica en frío y para secciones redondas. Las principales ventajas del proceso de estirado son un mayor control de las tolerancias, un acabado superficial muy bueno, mejora en la resistencia a flexión y mayor dureza, mayor capacidad de mecanización... Hay un proceso de fabricación parecido al estirado que se llama trefilado. Los dos procesos son mecánicamente iguales, lo que cambia es que este último se emplea para llevar a cabo reducciones de sección brascas mediante varias pasadas. El estirado se emplea para pequeñas reducciones de sección.

El proceso de fabricación consta de tres etapas. La primera es el decapado. Hay que limpiar, generalmente con ataques químicos y agua a presión, el material para eliminar el óxido que puede formarse en la superficie. Esto es necesario para prevenir daños en la matriz y en la superficie de trabajo. El siguiente paso es el estirado propiamente dicho. Se procede a colocar el material en la máquina para empezar el proceso de estirado. En este proceso es decisivo el uso de lubricantes para no dañar la superficie del material al pasarlo por la matriz y aplicarle la reducción de sección. En el estirado podemos distinguir, principalmente, dos variantes, estirado de alambres y estirado de tubos. En el estirado de alambres podemos conseguir una

reducción del 50% del espesor en barras menores de 150 mm, utilizando el proceso descrito anteriormente. El estirado de tubos se utiliza para reducir el espesor de la pared de los tubos sin costura, los cuales se han producido por medio de otros procesos, como por ejemplo extrusión. Este proceso podemos realizarlo con ayuda de un mandril o no. Finalmente el tercer y último paso es el acabado. Una vez el material estirado pasa por un proceso de enderezamiento y un ligero recocido de eliminación de tensiones, y si el caso lo requiere, algún tratamiento isotérmico para mejorar sus características mecánicas.

El equipo necesario para llevar a cabo este proceso es un banco de estirado, consistente en una mesa de entrada, un bloque de acero que contiene la matriz o hilera, la corredera que coge el tubo o la barra para aplicarle la fuerza de estirado y una mesa de salida. Los materiales trabajados tienen que ser dúctiles y deben tener uniformidad estructural, entre otros: acero, latón, cobre, aluminio...

- Conformado de chapa: se parte de chapas metálicas lisas para convertirlas en piezas modeladas. Para ello se llevan a cabo operaciones de corte, punzonado, doblado, embutición y entallado. El corte se realiza mediante tijeras, cizalla o guillotina, dependiendo del material y su espesor. El punzonado se lleva a cabo en prensas. Se apoya la chapa en una matriz y se presiona con un punzón hasta que se produce el corte, separando el material y el desperdicio. Generalmente la línea de corte es circular, cuando no lo es, se denomina punzonado de forma. Respecto al doblado, no existe separación de material. Consiste en aplicar una estampación mediante prensa hidráulica, produciendo una deformación permanente al material, para ello hay que sobrepasar el límite de fluencia del material. Para obtener la forma deseada se utilizan matrices. La embutición parte de una chapa plana en forma de disco. Esta se convierte en un cuerpo hueco mediante una matriz y la fuerza ejercida por una prensa. De esta manera se obtienen las latas de conservas. Finalmente, el entallado, consiste en convertir discos planos redondos en piezas huecas mediante un rápido movimiento de rotación y presión con una herramienta.

Los metales que se procesan de esta manera son aceros, acero inoxidable, aluminio, cobre, latón, etc. Las piezas obtenidas son muy variadas, desde piezas sencillas hasta piezas muy complejas.

- Hidroconformado: consiste en una tecnología innovadora en procesos de conformado por deformación plástica. Ha experimentado un rápido desarrollo en los últimos años debido a la producción mediante esta técnica de multitud de componentes del sector del automóvil, entre ellos, tubos de escape, barras protectoras, elementos estructurales, transmisiones...

Consiste en el conformado de chapas o tubos metálicos mediante la elevada presión a la que se somete a un fluido. Se aplica una presión a un fluido que realiza el trabajo de deformación sobre una chapa o un tubo mediante aplicación de presión hidrostática. Se pueden obtener piezas muy complejas mediante esta técnica. Los espesores de las piezas obtenidas pueden ser muy reducidos, imposibles de obtener mediante otras técnicas. Esto posibilita obtener piezas ligeras, rígidas y resistentes, además de no tener limitación en su tamaño. El acabado superficial es bueno. Por el

contrario, se necesitan obtener presiones del fluido y de sujeción superiores a otros procesos convencionales.

Los materiales transformados han de tener alto grado de conformabilidad como son el acero, aluminio, titanio, cobre, níquel... Respecto a los equipos necesarios, el más importante es la prensa que genera la presión interna. Su función consiste en abrir y cerrar la matriz con la forma de la pieza, generar la presión hidrostática y mantener el cierre de la matriz. Por todo ello se emplean unidades hidráulicas de gran capacidad. Las prensas totalmente hidráulicas presentan altos costes, por ello se emplean prensas mecánico-hidráulicas.

Procesos de arranque de material convencionales

- Taladrado: se lleva a cabo en la máquina herramienta denominada taladro. Es una máquina herramienta donde se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo. Tienen dos movimientos, el de rotación de la broca que le imprime el motor eléctrico de la máquina a través de una transmisión por poleas y engranajes, y el de avance de penetración de la broca, que puede realizarse de forma manual sensitiva o de forma automática, si incorpora transmisión para hacerlo. Taladrar es la operación de mecanizado que tiene por objeto producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera, utilizando como herramienta una broca. Hay taladradoras portátiles, de sobremesa y de columna. Las operaciones que se pueden llevar a cabo son taladrado, barrenado, roscado, escariado...

- Torneado: las operaciones de torneado se llevan a cabo en la máquina herramienta denominada torno. Se mecanizan piezas de forma geométrica de revolución, ya que el movimiento principal de corte es circular continuo. El arranque de la viruta se produce al acercar la herramienta a la pieza en rotación. La herramienta de corte va montada sobre un carro que se desplaza sobre unas guías o rieles paralelos al eje de giro de la pieza que se tornea, llamado eje Z; sobre este carro hay otro que se mueve según el eje X, en dirección radial a la pieza que se tornea, y puede haber un tercer carro llamado “charriot” que se puede inclinar, para hacer conos, y donde se apoya la torreta portaherramientas. Cuando el carro principal desplaza la herramienta a lo largo del eje de rotación, produce el cilindrado de la pieza, y cuando el carro transversal se desplaza de forma perpendicular al eje de simetría de la pieza se realiza la operación denominada refrentado. Además se pueden hacer torneados de forma, cortes, ranuras, roscas, taladros. moleteado...

Hay diferentes tipos de tornos, manuales paralelos, copiadores, verticales, automáticos, de control numérico, etc.

- Fresado: el fresado se lleva a cabo en la máquina herramienta denominada fresadora. El fresado consiste principalmente en el corte del material que se mecaniza con una herramienta rotativa de varios filos, que se llaman dientes, labios o plaquitas de metal duro, que ejecuta movimientos de avance programados de la mesa de trabajo en casi cualquier dirección de los tres ejes posibles en los que se puede desplazar la mesa donde va fijada la pieza que se mecaniza. Con el uso creciente de las fresadoras de control numérico están aumentando las operaciones de fresado que

se pueden realizar con este tipo de máquinas, siendo así que el fresado se ha convertido en un método polivalente de mecanizado. El desarrollo de las herramientas ha contribuido también a crear nuevas posibilidades de fresado además de incrementar de forma considerable la productividad, la calidad y exactitud de las operaciones realizadas. Los tipos de fresado que se pueden realizar son: planeado, fresado en escuadra, ranurado, fresado de cavidades, roscado, fresado frontal, fresado de engranajes, etc.

- Mecanizado con abrasivos: los abrasivos son sustancias muy duras que mecanizan a otras por frotamiento. Las virutas que arrancan son muy pequeñas, por eso se emplea para realizar acabados y para pulir. Los abrasivos se emplean en forma de polvo, pegados (bandas) o aglomerados (muelas). Estos polvos pueden ser naturales (diamante, corindón, esmeril, cuarzo...) o artificiales (carburos, nitruros...). Las operaciones que se pueden realizar mediante abrasivos son: rectificado, lapeado, pulido y superacabados.

Procesos de arranque de material no convencionales

- Mecanizado hidrodinámico (HDM): consiste en utilizar un delgado chorro de agua o fluido acuoso con aditivos para realizar cortes en los materiales. El fluido es proyectado a alta presión y gran velocidad a través de una tobera. Al chocar contra el material lo corta por erosión. La tobera es de un material muy duro (carburo de tungsteno o recubrimientos especiales) ya que se desgasta. El agua se comprime y es almacenada en un depósito a alta presión para evitar pulsos durante la operación de corte. Bajo la máquina de corte es preciso la existencia de un drenaje que recoja el agua y la viruta, lo filtre y reutilice el fluido. Para controlar el movimiento de la tobera se utiliza el control numérico o el trazado óptico. Los cortes obtenidos con esta técnica son limpios, precisos y se realizan en frío. Con las últimas mejoras de esta tecnología se puede cortar materiales duros como el acero.

- Mecanizado ultrasónico (USM): remueve el material de las piezas dejando una forma específica en ellas. La herramienta, que no entra en contacto directo con la pieza, vibra a alta frecuencia en un medio abrasivo. Este abrasivo es recirculado constantemente, de esta manera se refrigera. Las herramientas son de acero, acero inoxidable o molibdeno, mientras que el material abrasivo suele ser partículas puras de diamante, nitruro de boro, carburo de boro... Se utiliza para realizar perforaciones y cavidades en materiales duros y blandos (metales, no metales, cerámicas, etc.).

- Mecanizado asistido por medios ultrasónicos (UAM): se aplica en máquinas herramienta tradicionales, dotando a las herramientas de vibración a altas frecuencias. Con esto se consigue aumentar la velocidad de corte en materiales duros como boro, cuarzo, rubí, materiales compuestos y sinterizados. Permite maquinar materiales que de otra forma no se podría. Mejora el acabado y las herramientas se desgastan menos.

- Mecanizado electromecánico: mejora las capacidades de las máquinas herramienta tradicionales. Consiste en polarizar la pieza de trabajo, se aplica tensión entre pieza y electrolito, que moja la pieza. De esta manera la superficie de la pieza pasa a un estado activo de lenta disolución y los materiales duros se mecanizan con mayor facilidad. Esta técnica está todavía en fase experimental.

- Mecanizado electroquímico (MEQ): para mecanizar las piezas se utiliza la acción electrolítica. La pieza metálica es un conductor que se conecta al polo positivo de una corriente DC. La herramienta que hace de electrodo se conecta al polo negativo de la corriente. Esta herramienta tiene la forma de la cavidad a mecanizar sobre la pieza. Un electrolito (salina) fluye entre la herramienta y la pieza de manera continua. La resistencia es muy pequeña, ya que la herramienta y la pieza están muy próximas. La corriente circula y el material se va disolviendo. Al no existir contacto directo, la herramienta no se desgasta y tiene una larga vida útil. Se aplica para mecanizar materiales duros, para realizar formas complejas en materiales blandos, agujeros, cavidades...

Este mismo concepto se puede aplicar para diversos tipos de máquinas herramienta, como torno, taladro, rectificadora...

- Electroerosión: es un proceso de fabricación, también conocido como Mecanizado por Descarga Eléctrica o EDM. El proceso de electroerosión consiste en la generación de un arco eléctrico entre una pieza y un electrodo en un medio dieléctrico para arrancar partículas de la pieza hasta conseguir reproducir en ella las formas del electrodo. Ambos, pieza y electrodo, deben ser conductores, para que pueda establecerse el arco eléctrico que provoque el arranque de material.
- Mecanizado por láser: este proceso térmico se caracteriza por las altas temperaturas que se alcanzan y las altas densidades de energía con las que se trabaja. En la industria el láser se utiliza para cortar, realizar ranurados, grabados, taladrados, soldadura... Se utiliza con plásticos, madera, acero, cerámica, aluminio, magnesio... Esta tecnología es muy versátil y abre muchos horizontes.

- Mecanizado por arco de plasma (PAM): un equipo especial genera un chorro de plasma que se utiliza para cortar metales o realizar agujeros. Este plasma se puede orientar mediante un sistema de control numérico o control óptico. Permite realizar cortes de alta calidad.

- Mecanizado por haz de electrones (EBM): emplea energía eléctrica para generar energía térmica. Esta energía es concentrada en los puntos de la pieza que se quieren eliminar, fundiendo y evaporando el material. El equipo que se utiliza es costoso. Se emplea para realizar orificios pequeños y de gran precisión en piezas metálicas como inyectores de coches, orificios en válvulas...

- Electro descarga: también se le conoce como mecanizado por chispas. Las chispas eléctricas tienen efecto erosivo sobre los electrodos que las producen. La pieza se conecta a la carga positiva de la corriente y la herramienta al polo negativo. La pieza se sumerge en un fluido dieléctrico que circula entre ésta y la herramienta. Las chispas que se generan entre herramienta y pieza hacen que se funda ésta. Es un mecanizado poco preciso y la herramienta se desgasta mucho. Se emplea para construir herramientas para troqueladoras, moldes, piezas de motores de combustión interna...

- Fresado químico: se emplea para mecanizar metales con tolerancias muy reducidas. El material no deseado se elimina químicamente sumergiendo la pieza en una solución corrosiva. Las zonas que no se desean eliminar, antes del baño químico, se

protegen mediante protectores o enmascaradores. La profundidad de corrosión se controla con el tiempo de sumergimiento.

Tratamientos térmicos

- Templado: consiste en el calentamiento del metal, seguido de un posterior enfriamiento realizado de forma brusca. Con esto se consigue obtener un metal muy duro y resistente mecánicamente. El endurecimiento adquirido por medio del temple se puede comparar al que se consigue por deformación en frío.
- Revenido: se aplica exclusivamente a los metales templados, pudiendo considerarse como un tratamiento complementario del temple. Con ello se pretende mejorar la tenacidad del metal templado, a costa de disminuir un poco su dureza.
- Recocido: el metal se calienta durante cierto tiempo a una temperatura determinada y, a continuación, se enfría lentamente. Se consigue una mayor plasticidad para que pueda ser trabajado con facilidad. La temperatura y la duración de este tratamiento dependerán del grado de plasticidad que se quiera comunicar al metal.

Limpieza y tratamientos superficiales

- Limpieza química: consiste en utilizar diversos productos para eliminar los contaminantes de la superficie de las piezas. Los principales métodos son:
 - Limpieza alcalina: es el método más empleado. Se utiliza un álcali para eliminar aceite, grasa, cera, óxido, carbono, silicio... de la superficie de las piezas metálicas. El álcali está compuesto por sales solubles en agua combinados con dispersantes y alisadores. La limpieza se realiza mediante inmersión de la pieza o mediante aspersión, entre 50 y 100°C. Después se realiza un enjuague con agua. Para la suciedad tenaz, además, se aplica corriente eléctrica (limpieza electrolítica). Esto provoca burbujas de gas en la superficie de la pieza, creando un efecto de frotación.
 - Limpieza con emulsión: se emplean solventes orgánicos (aceites) disueltos en agua (jabones). Se aplica la emulsión sobre la superficie de la pieza metálica o no. Después se efectúa una limpieza alcalina para eliminar la emulsión.
 - Limpieza con disolventes: la suciedad de una pieza metálica se elimina mediante productos químicos que la disuelve. Esta limpieza se puede realizar manualmente, mediante inmersión, por aspersión...
 - Limpieza ácida: esta técnica se emplea para eliminar grasas y óxidos de las superficies metálicas. Se realiza a temperatura ambiente o a elevada temperatura. Los ácidos consisten en soluciones ácidas combinadas con disolventes.
 - Limpieza ultrasónica: combina la limpieza química y la agitación mecánica del fluido de limpieza. El fluido de limpieza es una solución acuosa de detergentes alcalinos. La agitación mecánica consiste en vibraciones de alta

frecuencia, esto provoca burbujas de vapor a baja presión. Estas burbujas implosionan, produciendo una onda de choque que elimina las partículas de contaminante. Es un método eficaz para eliminar los contaminantes de la superficie de las piezas y de cavidades interiores complejas.

- **Limpieza mecánica:** la suciedad de las piezas se elimina de forma física, mediante abrasivos o acciones mecánicas. Los procesos utilizados en limpieza mecánica suelen tener otras funciones como eliminar virutas y mejorar el acabado superficial. Las técnicas más empleadas son el chorreado con arena o perdigones (granallado) y rotación en tambor.
- **Difusión e implantación iónica:** estos tratamientos superficiales consisten en impregnar la superficie de un sustrato con átomos ajenos que alteran sus propiedades. La difusión altera las capas superficiales de un material mediante átomos difusores de otro material. Se utiliza para alterar la composición química de las superficies metálicas, por ejemplo para endurecer las superficies, como es el caso de la carburación, el cromado, nitruración... De esta manera se consigue que la superficie de las piezas sea más resistente al desgaste, a la corrosión y mejora el aspecto del producto. Esta técnica tiene importantes aplicaciones en metalurgia y en la manufactura de semiconductores.

La implantación iónica es una alternativa a la difusión cuando esta no puede realizarse. Consiste en incorporar átomos de elementos ajenos en una superficie de sustrato empleando un haz de alta energía de partículas ionizadas. La capa alterada por este método es más fina que en la difusión.

- **Chapeado:** consiste en el recubrimiento de piezas metálicas, plásticas o cerámicas, con una delgada capa metálica sobre su superficie. El chapeado se realiza para protección contra la corrosión, por estética, para aumentar la resistencia de las superficies al desgaste... Las técnicas más empleadas para chapear son la electrodeposición (proceso electrolítico), deposición sin electricidad (reacción química) e inmersión en caliente.
- **Recubrimiento por conversión:** mediante una reacción química o electroquímica se forma una película delgada de óxido, fosfato o cromato sobre la superficie metálica a tratar. Los dos métodos utilizados son la inmersión y la aspersión.
- **Deposición física de vapor (PVD):** consiste en pasar un material a su fase de vapor en una cámara de vacío para posteriormente condensarse sobre la superficie de sustrato en forma de película muy delgada. Los materiales de recubrimiento pueden ser metales puros, aleaciones, cerámica, polímeros, compuestos inorgánicos... Mientras que los sustratos son habitualmente metales, vidrio y plásticos. Las aplicaciones de esta técnica son frecuentemente recubrimientos decorativos como trofeos, juguetes, plumas, lápices... También se utiliza en artículos electrónicos como conexiones de circuitos, en moldes y herramientas de corte (recubrimiento de nitruro de titanio) para que resistan el desgaste superficial, etc.
- **Recubrimientos orgánicos:** los recubrimientos empleados son polímeros y resinas naturales o sintéticas. Se aplican como líquidos que se secan o bien se aplican en

forma de polvo seco que mediante calor se polimeriza. Sus ventajas son el bajo coste, la facilidad de aplicación, la capacidad de protección de las superficies y la variedad de colores y texturas que se pueden obtener.

Operaciones de ensamblaje

La función básica del proceso de ensamble o montaje es unir dos o más partes entre sí para formar un conjunto o subconjunto completo. La unión de las partes se puede lograr con soldadura, con el uso de sujetadores mecánicos o de adhesivos.

La técnica de soldadura a emplear dependerá del material, de las características de la pieza y del proceso productivo. Hay infinidad de técnicas de soldadura, tanto para metales como para otros materiales. La soldadura es una unión permanente. Respecto a la sujeción mecánica se puede lograr por medio de tornillos, tuercas, remaches, roblones, pernos, pasadores, cuñas, uniones roscadas y uniones por ajuste a presión. Este tipo de uniones son no permanentes, es decir, pueden desmontarse con operaciones sencillas. Finalmente, el pegado con adhesivos, también consiste en una unión permanente. Depende del tipo de material y los esfuerzos que debe soportar se empleará un tipo u otro de adhesivo.

1.6.8 Requerimientos de un proceso industrial

El trabajo tradicional del diseño de procesos productivos empieza con la entrega de la información concreta y específica por parte de ingeniería de diseño de producto (con todos los detalles y planos necesarios para poder fabricar lo diseñado), con el fin de que el diseñador pueda desarrollar procesos que respondan a las estrategias empresariales vigentes. Por lo tanto se puede decir que esos documentos y estudios descritos son los inputs del proceso de diseño del sistema productivo. Los outputs corresponderán al resultado del diseño: tipo y cantidad de maquinaria, distribución en planta, flujos, recursos humanos...

Cuando se proyecta un nuevo proceso productivo, el diseñador debe tener en cuenta las condiciones actuales de la producción y los recursos disponibles del proceso vigente, si es que los hay. El proyectista debe contar con una gran cantidad de información. Los diseños se plantean dentro de unos límites específicos: la potencia, productos-hora, calidad, coste, seguridad, legalidad, etc. La especificación de estos límites también limita la cantidad de soluciones aceptables propuestas por el diseñador.

Se llama “especificación del rendimiento del diseño” al conjunto de los requerimientos y límites de lo que el diseño va a lograr. Debido a que la especificación del rendimiento configura el fundamento de los objetivos del diseñador, estos no deberán definirse estrechamente, pues podrían dar lugar a eliminaciones inapropiadas de soluciones. Pero tampoco podrán ser tan vagas que harían perder la dirección del diseño. Estas especificaciones también son utilizadas por el diseñador para evaluar la(s) solución(es) propuestas y verificar que cumplen su espacio de solución dentro de los límites establecidos. Se requiere tomar el tiempo necesario y ejercer el esfuerzo más razonable posible para establecer de manera clara y exacta la especificación del rendimiento.

Un resumen esquematizado de la especificación del rendimiento es el siguiente:

- Árbol de objetivos y análisis de funciones.
- Nivel de generalidad de las soluciones: tipo de solución esperada (temporal, definitiva, indefinida, comercial, técnica, fácil, simple, standard, económica, eficiente, etc.), alternativas que ofrecerá el diseño (maquinarias ancladas, móviles, empotradas, etc.), flexibilidades de los equipos e instalaciones para otros productos, tipos diferentes de servicios (eléctricos, a gas, energía solar, elementos de consumo, etc.), características propias del objeto (protección, bandas transportadoras, tipos de herramientas, climatización, vertimientos, etc.), posibilidades de expansión, inversión inicial, actividades relativamente independientes, actividades que usan servicios especializados y actividades que hacen uso intensivo de recursos.
- Nivel de generalidad del trabajo: aspecto, espacio, comodidades, ergonomía, especialización de la mano de obra requerida, motivación, calidad (la requerida por el cliente), nivel de seguridad, grado de limpieza y contaminación ambiental.
- Cualidades del rendimiento requerido: volumen de producción, velocidad de producción, costo de producción por unidad (aceptables y competitivos), rentabilidad (ganancias superiores a las que proporciona el banco), productividad, posibilidad de fácil reparación o reemplazo de los equipos, tiempo de puesta en régimen después de un paro, inversión en materia prima para llenar el sistema y condiciones de recepción de las materias primas.
- Especificaciones del rendimiento: mediciones, tolerancias, porcentaje de defectuosos, potencia y empleo.

Las categorías o elementos más importantes de cualquier proceso productivo que pueden ser identificadas son:

- Máquinas y equipos productivos que se emplean en la ejecución del proceso.
- Herramientas y dispositivos especiales.
- Las instalaciones y el entorno en donde se realizan las actividades.
- Materias primas, materiales indirectos y demás recursos materiales que se añaden a las diferentes fases del proceso.
- Las condiciones de trabajo.
- Productos o servicios a producir.
- Servicios de apoyo.
- Elementos auxiliares de seguridad, de transporte entre etapas, etc.
- Modos de operación y su documentación donde se describan los procedimientos para la realización de las actividades.
- Procedimientos de mantenimiento y su documentación.
- Procedimientos de puesta en marcha y cierre y su documentación.
- Procedimientos de control de proceso, los controles que se utilizan, mediciones, indicadores e índices para determinar el estado del proceso, evaluar su desempeño y proveer información para la toma de decisiones y la información requerida para la buena marcha del proceso.

- La autoridad en la administración del proceso y su capacidad para modificar el proceso o tomar decisiones sobre el mismo.
- La asignación de responsabilidades a quienes actualmente realizan las actividades.
- La integración organizacional dentro del proceso, es decir, el grado en que las personas que trabajan conjuntamente en el proceso se comunican y se coordinan entre sí, de manera que la información fluya libremente.
- Las personas que realizan las actividades y cuya contribución al proceso viene definida por sus capacidades y conocimientos.

1.6.9 Diseño del proceso productivo

Hoy en día el planteamiento correcto y la solución optimizada del diseño de un proceso productivo son de suma importancia estratégica para las empresas. La razón de la importancia estratégica de la producción es simple, en los procesos de producción es donde la empresa genera su mayor o menor valor añadido, fuente del beneficio que podrá obtener la misma.

El diseño consiste en la especificación de las entradas (materia prima, materiales, etc.), operaciones, flujos de trabajo, métodos, personal y equipos necesarios para la producción de bienes y servicios. El diseño de un proceso productivo se lleva a cabo cuando se va a ofrecer un bien nuevo, al modificarse un producto o cuando surge una nueva tecnología. Este proceso debe estar respaldado por la dirección de la empresa. El equipo de trabajo encargado del diseño debe tener autonomía y capacidad de decisión. Además los consultores, cliente y proveedores son parte importante en este proceso, ya que aportan experiencia, ideas, soluciones...

Las etapas o aspectos más importantes a la hora de diseñar un proceso productivo son las siguientes (después de tener definidas las especificaciones de rendimiento indicadas en el apartado anterior. El proceso a diseñar tendrá que cumplir todas las especificaciones descritas):

- Fijación del objetivo: es el paso fundamental y básico. El objetivo debe ser claro, preciso y alcanzable. Están implícitos los plazos para alcanzar dichos objetivos. Algunos de los objetivos son:
 1. Minimizar los tiempos muertos de los operarios.
 2. Minimizar los tiempos muertos de las máquinas.
 3. Minimizar los tiempos auxiliares de las máquinas.
 4. Minimizar los tiempos de espera de los materiales.
 5. Contribuir a mantener un equilibrio entre carga, instalaciones y personal, con el menor coste posible.
 6. Detectar productos y centros de producción conflictivos.
 7. Aportar información básica para la estimación de plazos de entrega precisos.

Los cuatro primeros objetivos tienen relación con el uso eficiente de los recursos, aprovechando mejor la fuerza laboral, la potencia instalada, disminuyendo las

mermas en los materiales y optimizando los inventarios con la ventaja económica que eso significa. Se trata de aumentar la productividad, que es el principal objetivo del diseño. Los puntos 5 y 6 permiten uniformar la presión de trabajos pendientes o en curso con los tiempos ociosos y descubrir en qué puntos del circuito productivo la capacidad está excedida, o tenemos equipos innecesarios. Ello además permitirá tomar decisiones sobre reformas, modernizaciones, reemplazos, eliminación, etc. de equipos, herramientas, máquinas, vehículos, etc. El punto 7 permite estimar mejor plazos de entrega e intercalar nuevos trabajos.

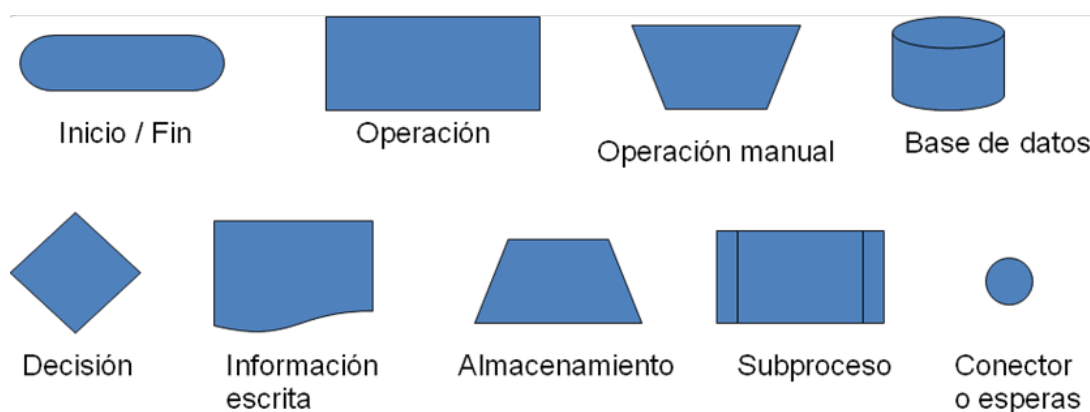
- Requisitos, normas y estándares: es preciso realizar un estudio sobre la normativa que afecta a cada proceso productivo, ya que esta establece fronteras y límites que han de cumplirse. Requisitos indispensables de obligado cumplimiento que no se pueden pasar por alto para el diseñador del proceso productivo. Esta circunstancia limita la actuación del diseñador de procesos. Influyen en la calidad, seguridad, medioambiente, ergonomía...

- Estudio de los métodos y técnicas de producción: el estudio de los métodos de trabajos y la medición de sus tiempos es una técnica de organización básica necesaria para cualquier proceso productivo. En los métodos influyen las técnicas y tecnologías empleadas, por lo tanto es necesario conocer de qué diferentes maneras se pueden ejecutar cada operación o tarea que se necesita para transformar las entradas del proceso productivo en productos. Entre ellas se seleccionará la más adecuada a los objetivos económicos, productivos, de calidad, mantenimiento, tiempo de fabricación..., en general, habrá que tener en cuenta todas las especificaciones de rendimiento señaladas en el anterior apartado para poder decidir.

Esta fase respondería a la pregunta de cómo se va a ejecutar cada operación del proceso productivo.

- Realizar el listado de tareas: las tareas o actividades necesarias para ejecutar cada producto deben enumerarse en forma clara y precisa y en el orden en que deben realizarse. De modo que cada operación y cada manipulación de material puedan estudiarse aisladamente y averiguar su necesidad y su eficacia en el proceso. Las tareas que deben hacerse han de aportar valor añadido al producto en proceso, eliminando las que no lo aporten (desplazamientos, inspecciones, almacenamientos, esperas...) y mejorando aquellas cuya eficacia puede mejorarse.

- Confeccionar los diagrama de flujo: partiendo del listado de tareas, se representa gráficamente los pasos o etapas de un proceso para la producción de un determinado producto. Para elaborar estos diagramas se utilizan símbolos, algunos son:



Ventajas de los diagramas de flujos:

- Favorecen la comprensión del proceso al mostrarlo como un dibujo.
- Permiten identificar problemas y oportunidades de mejora del proceso (pasos redundantes, reprocesos, conflictos de autoridad, cuellos de botella...).
- Excelente herramienta para capacitar a los empleados.

• Determinar el tipo de instalación: el tipo de instalaciones utilizadas y la forma en que éstas están dispuestas en la fábrica (distribución en planta) tienen una influencia importante en el costo y la eficiencia de producción, también influyen en la mano de obra. Las instalaciones se pueden analizar por:

- Su actividad o especialización: la actividad general, objeto de un elemento cualquiera de una instalación, suele ser bastante evidente. El grado de especialización de las máquinas varía considerablemente y para señalar estas diferencias se suelen utilizar expresiones como «máquinas de uso general» y «máquinas especiales o especializadas». Las máquinas especializadas están hechas para ejecutar una sola tarea. Su principal ventaja es la mayor rapidez para ejecutar las operaciones, pero en cambio, son poco flexibles y los cambios en el diseño de los productos o del proceso podrían implicar tener que adaptar la máquina o dejar de usarla definitivamente. Los criterios más comunes a tener en cuenta para la selección de una maquinaria especializada son el costo de amortización durante la vida útil de las máquinas, costo de los requerimientos de la mano de obra directa y el costo de preparación de las máquinas y el utillaje requerido. Las máquinas de uso general, por el contrario, son más flexibles, con pequeños ajustes y cambios de utillaje pueden ejecutar diferentes tareas. Se pueden adaptar a los cambios de diseño de los productos o del proceso sin costes demasiado elevados.

- Su automatización: un segundo aspecto a considerar al analizar las máquinas es el de su automatización. En este sentido se puede hablar de máquinas manuales (en los primeros tiempos), semiautomáticas y automáticas.

Tampoco en este aspecto las expresiones convencionales semiautomático y automático son rígidas, sino sólo términos generales que revelan un cierto grado de automatización. El grado de automatización, por cierto, es inversamente proporcional a la habilidad exigida al operario. Las máquinas manuales y semiautomáticas requieren una habilidad y una preparación considerable para que puedan ser manejadas con eficacia; las modernas máquinas automáticas requieren poca o ninguna habilidad (cuando la máquina no funciona sin operario). Estas máquinas requieren una mayor especialización de los proyectistas o diseñadores de estas y de su utillaje, así como de las personas encargadas de su mantenimiento y preparación. Los operarios de una instalación automatizada son poco más que meros vigilantes de las máquinas.

- Asignación de recursos: hay que asignar una serie de recursos a emplear en el proceso de fabricación: maquinaria, utillaje, mano de obra... teniendo en cuenta la estrategia de producción y los objetivos a alcanzar. Para ello primero hay que definir, partiendo de la demanda esperada y los tiempos de operaciones (previsión de ventas y planificación de producción), los equipos e instalaciones necesarias.

Cuando nos referimos a una operación, el tiempo de producción se descompone a su vez en otros tiempos:

- Tiempo de espera: es el tiempo que está el producto hasta que comienza la operación.
- Tiempo de preparación: es el tiempo que se necesita para disponer adecuadamente los recursos que van a efectuar la operación. Por lo general este tiempo se requiere en la primera vez que se procese el producto o cuando se cambie el tipo de producto.
- Tiempo de operación: es el consumido por los recursos en efectuar la operación.
- Tiempo de transferencia: es el necesario para transportar una cantidad de producto que ya ha sido sometido a una operación a ser sometido a otra nueva.

De todos estos tiempos el único que añade valor es el de operación, los otros son evitables y por tanto hay que reducirlos o eliminarlos. Esto se puede conseguir con una correcta distribución en planta de los recursos y, en general, con un correcto diseño del sistema productivo. Respecto al tiempo de operación, deberá ser el estrictamente necesario, dependerá del estado de los equipos, los métodos utilizados para llevar a cabo cada operación, la tecnología, el grado de automatización, calidad... Hay que establecer la relación correcta entre estos parámetros, la reducción de tiempos de operación y el costo que ello supone, para obtener la relación más eficiente posible.

Esta fase se encarga por tanto de dar respuesta a la cantidad de recursos necesarios para poder llevar a cabo la actividad esperada por la empresa. Claro está, que el espacio disponible en la planta productora debe ser acorde a esas necesidades.

- La distribución de las instalaciones (distribución en planta): la distribución o disposición (lay-out) en planta es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de las instalaciones productivas. Este concepto está relacionado con los modelos de producción vistos anteriormente, producción enfocada al producto, al proceso... El tipo de distribución en planta viene determinado por:

- La elección del proceso.
- La cantidad y variedad de bienes o servicios a elaborar.
- El grado de interacción con el consumidor.
- La cantidad y tipo de maquinaria.
- El nivel de automatización.
- El papel de los trabajadores.
- La disponibilidad del espacio.
- La estabilidad del sistema y los objetivos que éste persigue.

Objetivos que se persiguen con la distribución en planta:

- 1.- Minimizar el manejo de materiales. Si éste es muy elevado, los costes de transporte serán elevados. Cuánto más tiempo se use para el manejo de materiales, más riesgo de sufrir desperfectos tiene dicho material, por lo tanto influye en la calidad.
- 2.- Equilibrar el proceso productivo. Tratar de evitar “cuellos de botella”. Existen determinadas actividades que pueden ser más lentas en el proceso productivo. Una de las tareas que realiza el responsable de fabricación es equilibrar el proceso de producción. Si hay una tarea demasiado lenta, que esa tarea se realice sola. Estimar el tiempo invertido en las tareas identificadas e intentar agruparlas de forma que en cada centro de trabajo, el tiempo total invertido sea similar. Si esto no se puede hacer, ocurrirá que habrá centros de trabajo parados durante mucho tiempo y otros trabajando continuamente.
- 3.- Usar el espacio disponible de la mejor forma posible.
- 4.- Garantizar la seguridad de los trabajadores.
- 5.- Conseguir cierto nivel de flexibilidad.

Hay cuatro sistemas básicos de distribuir las instalaciones que son:

- a) Distribución en línea: la "distribución en línea" o bien "disposición en línea" es la expresión utilizada para describir una forma de disponer las instalaciones en la que las máquinas u otros elementos de producción están colocados de forma que los materiales trabajados en ellos siguen siempre la misma ruta. Esta expresión suele evocar la división de la producción con sus filas de máquinas realizando operaciones sucesivas en una misma pieza que va recorriendo la "línea". La línea no tiene porque formar una recta, puede tener forma de U, L...

El empleo de la distribución en línea depende mayormente de que el trabajo a realizar pueda dividirse en operaciones sucesivas realizables en máquinas diferentes y en un período de tiempo similar para cada una. Si estas

condiciones no se dan, pero se utiliza una distribución en línea, ocurrirá que parte de las máquinas y de los operarios tendrán que estar parados a intervalos regulares mientras esperan los materiales procedentes de los operarios anteriores. Es por esta razón que la distribución en línea se utiliza casi siempre en el montaje, donde es fácil dividir el trabajo en un número cualquiera de operaciones de la misma duración, pero es más difícil de aplicar económicamente a los procesos de mecanización, a no ser que se trate de series largas. La razón está en que la naturaleza del trabajo que puede realizarse en cada una de las máquinas viene determinada por el tipo de máquina. Hay, sin embargo, dos formas de equilibrar una línea de máquinas, cuando las operaciones sucesivas a realizar en una pieza no tienen la misma duración. La primera, aplicable cuando las cantidades son suficientemente grandes, consiste en aumentar el número de máquinas utilizadas en las operaciones más largas; en segundo lugar, hay casos en que la línea puede estar dispuesta de tal forma que un mismo operario atienda varias máquinas diferentes con las que se ejecutan únicamente las operaciones más cortas.

La distribución en línea ha sido utilizada en tiempos pasados en los procesos de mecanización de aquellas piezas de las que se necesitaban grandes cantidades. Actualmente este sistema está siendo cada vez más utilizado para familias de piezas similares, de las que algunas se necesitan sólo en cantidades reducidas. Existen hoy (en la industria de las construcciones mecánicas, por ejemplo) líneas preparadas para mecanizar miles de piezas diferentes, aunque algunas de ellas se necesiten sólo al ritmo de una o dos por mes.

- b) Distribución funcional: el segundo tipo de distribución es aquel en el que los diferentes tipos de máquinas están agrupados de acuerdo con el proceso que realizan. En un taller mecánico, por ejemplo, la distribución sería funcional si todos los tornos estuviesen juntos, si los taladros, las fresadoras, etc., respectivamente, estuviesen juntos y así sucesivamente.

Una de las ventajas aparentes de este tipo de distribución es que permite la especialización de la supervisión y la mano de obra, de tal forma que el trabajo resulta de mejor calidad que si el supervisor trata de controlar a un gran número de oficios diversos. Esta ventaja suele ser cierta sólo en el caso de que se emplee una mano de obra semicualificada para el manejo de unas máquinas de tipo universal, convencionales o semiautomáticas. En el caso de emplear una mano de obra muy cualificada, los operarios pueden manejar cualquier tipo de máquina e, igualmente, si las instalaciones son muy automatizadas no habrá problema en cambiar al personal de una a otra máquina. Una segunda ventaja de este sistema de distribución es la de permitir una mejor utilización de las instalaciones, pero esto existe cuando se trata de un número reducido de máquinas.

La distribución funcional es la consecuencia de la organización funcional y, aunque sigue siendo el caso más normal en la industria, tiene el serio inconveniente de hacer más difícil y caro el control y de ir acompañada, normalmente, de una baja utilización del capital.

- c) Distribución en grupos: la distribución en grupos es un tipo de distribución en el que las instalaciones están divididas en grupos y cada uno de ellos contiene toda la maquinaria necesaria para realizar todas las operaciones necesarias para la fabricación de una "familia" determinada de piezas. Las piezas de cada "familia por grupo" suelen ser de forma parecida, pero el criterio esencial para agruparlas es que puedan ser terminadas en el grupo de máquinas instalado por esa familia. Como puede verse, el paso de la distribución funcional a la distribución por grupos supone cambiar el acento de la especialización por proceso a la especialización por producto.

La distribución en grupo no es tan frecuente como pudiera serlo. En casi todo tipo de industria hay diferentes grupos de máquinas. Bastaría identificar estos grupos naturales para poder introducir en la mayoría de las industrias este tipo de distribución sin apenas costo adicional alguno.

- d) Distribución flexible: hasta ahora se supone que cada elemento de la instalación o planta tiene un lugar fijo en el plano del taller o nave de producción. Existe, sin embargo, un método interesante de distribución en el que no ocurre esto, la distribución flexible.

Algunas industrias pueden utilizar la distribución en línea para la mayoría de sus productos mediante el sistema de organizar las líneas de máquinas para cada pedido. Cuando comienza un nuevo trabajo se procede a reordenar la maquinaria de acuerdo con una nueva línea. Las instalaciones, en este caso, vienen a ser como un depósito común de maquinaria del que se retiran, para cada pedido, unas máquinas, que son colocadas después en un orden determinado.

Una de las actividades que ha utilizado este tipo de distribución flexible es la de estampación de chapa. El sistema permite conseguir un ahorro importante de costos de manipulación y almacenamiento al colocar en línea las prensas correspondientes a los golpes sucesivos, de forma que las piezas semi estampadas pasan, prácticamente de mano en mano, de una prensa a la siguiente. Un método similar es el utilizado en la industria química, en la que se suelen unir mediante tubería los diferentes tanques, retortas y otros elementos para formar diferentes líneas para cada lote sucesivo de productos químicos diferentes.

- El flujo de los materiales: hay un concepto estrechamente relacionado con la distribución de las instalaciones, que tiene una gran importancia para el control de producción, se trata del concepto del "flujo" o "flujo de los materiales".

El principio en este caso es que para conseguir la máxima eficiencia de la producción, el flujo de materiales de la fábrica debe seguir el mínimo número de caminos y encontrar el mínimo volumen de flujo en sentido contrario. Con otras palabras, debe haber un número reducido de vías de circulación para los materiales de la fábrica y éstas debieran ser todas de dirección única. Algunos especialistas en la materia recomiendan también que las máquinas, centros de producción o puestos de trabajo que se encuentran a lo largo de estas "vías", debieran estar lo más próximas

entre sí, lo que reduciría, sin duda, los costos de manipulación, pero esta norma tiene escasa importancia en comparación con la idea de un flujo unidireccional que circule por unas rutas claramente determinadas.

La técnica de construcción de un "diagrama de flujo de materiales" es mucho más expresiva, del flujo de materiales de una fábrica, que cualquier otro tipo de descripción. Las únicas reglas a respetar al construirlo son que debe aparecer en él todo departamento por el que pase el material y que las líneas o rutas que unen los departamentos deben indicar la dirección del flujo.

Ventajas de optimizar el flujo de materiales: una mejora del flujo supone casi siempre una reducción de los costos totales. Una segunda ventaja de la mejora del flujo es que ésta reduce la duración del ciclo de producción, es decir, el tiempo que va de la recepción de los materiales a la terminación del producto. Podemos ya decir que, además de mejorar los plazos de entrega, mejora la utilización del capital, al reducir el tiempo de inmovilización y permitir, por esta razón, mantener el mismo ritmo de producción con un capital circulante inferior. Una tercera ventaja de esta mejora, del máximo interés para el control de producción, es que simplifica el control. La mayor parte del tiempo de las personas que se ocupan del establecimiento de órdenes y su lanzamiento, si la distribución del trabajo y el control del avance en una fábrica es con un flujo de características deficientes, transcurre disponiendo el paso de materiales de unos departamentos a otros. Si el flujo mejora, el trabajo de organización del movimiento de los materiales puede ser realizado por una simple rutina del taller. Hay fábricas en las que una ausencia total de un flujo organizado significa que cada pieza exige un montón de órdenes tan grueso como un libro, al tiempo que se necesita un ejército de seguidores del avance para conseguir que el trabajo se mueva. Allí donde se ha establecido un tipo de flujo sencillo, en cambio, todos los movimientos de materiales entre departamentos pueden ser atendidos mediante directrices de rutina sencillas.

Lo anterior se refiere al flujo en lo que respecta al movimiento de materiales entre departamentos. Pero el flujo influye en todos los niveles de la organización. Es importante, por ejemplo, al nivel del sector industria en el que representa el movimiento de materiales entre puertos, fábricas y distribuidores. Es importante a nivel de empresa, en el que representa el flujo de materiales entre proveedores, fábricas y comercios de venta. Y descendiendo aún más, es importante a nivel de departamentos o talleres, en el que representa el flujo de materiales entre máquinas y centros de producción, como también es importante en la misma máquina, en donde representa la planificación eficiente de las operaciones de producción.

- Diseño de los puestos de trabajo: hoy en día es importante el bienestar del empleado en su puesto de trabajo, ya que, de ello depende, parte de la competitividad de la empresa. Una buena parte del éxito del empleado en el desempeño de su trabajo viene dado por su grado de adaptación al puesto y al entorno. Encontrar un acoplamiento óptimo entre empleado y puesto de trabajo es un objetivo que debe ser establecido desde el principio. La adaptación del puesto de trabajo no responde a fórmulas mágicas sino que es el resultado de la confluencia de multitud de factores que tienen que ver con un buen diseño, análisis y descripción de puestos.

El concepto de puesto o cargo no es ni estático ni definitivo, está en constante cambio para poder adaptarse a las transformaciones tecnológicas, económicas, sociales, culturales y legales. Cada puesto necesita diferentes conocimientos, cualidades y habilidades, de este aspecto se encargará el departamento de RRHH, definiendo el perfil para cada puesto y seleccionando a las personas que mejor encajen en dicho perfil. Junto con RRHH colabora ingeniería de procesos, diseñando los puestos de trabajo, cumpliendo con la normativa de seguridad, medio ambiente, aspectos ergonómicos... El Diseño de Puestos de Trabajo es un proceso de organización del trabajo que tiene como objetivo estructurar los elementos, deberes y tareas de los puestos de una organización, atendiendo el contenido, requisitos, responsabilidades, condiciones, calificaciones y recompensas de los ocupantes, para lograr que el desempeño de los puestos ocupe un lugar en la oferta de valor que se desea brindar al cliente.

Para llevar a cabo un óptimo diseño, hay que realizar primero un análisis y descripción de cada puesto de trabajo. Un buen análisis y descripción de puestos ha de recoger toda la información relativa a los puestos de la organización: el espacio físico, ambiente o entorno de trabajo, herramientas a utilizar, funciones y tareas del puesto, responsabilidades, conocimientos etc.; es decir, todo lo que directamente o indirectamente influye o puede influir en el correcto desempeño de un puesto de trabajo. Todas esas tareas, requisitos, responsabilidades, conocimientos, métodos y habilidades son plasmados en documentos básicos y muy útiles para recursos humanos: descripciones y especificaciones de puestos.

Los puestos de trabajo además de cumplir con la normativa vigente ya mencionada, ha de favorecer el bienestar del empleado. En este aspecto tiene gran importancia el concepto de ergonomía y el diseño ergonómico. En el capítulo de ingeniería de diseño se ha tratado de la ergonomía del producto y en este capítulo de ingeniería de proceso se tratará la ergonomía desde el punto de vista de los puestos de trabajo. El diseño ergonómico del puesto de trabajo intenta obtener un ajuste adecuado entre las aptitudes, habilidades o limitaciones del trabajador y las exigencias del trabajo, para que los humanos y la tecnología trabajen en completa armonía. El objetivo final es optimizar la productividad del trabajador y del sistema de producción, al mismo tiempo que garantizar la satisfacción, la seguridad y salud de los trabajadores. El diseño ergonómico del puesto de trabajo debe tener en cuenta las características antropométricas de la población, la adaptación del espacio, las posturas de trabajo, el espacio libre, la interferencia de las partes del cuerpo, el campo visual, la fuerza del trabajador y el estrés biomecánico, entre otros aspectos. Los aspectos organizativos de la tarea también son tenidos en cuenta.

Para diseñar correctamente las condiciones que debe reunir un puesto de trabajo se tiene que tener en cuenta, entre otros factores, los riesgos de carácter mecánico que puedan existir; los riesgos causados por una postura de trabajo incorrecta fruto de un diseño incorrecto de asientos, taburetes, etc.; los riesgos relacionados con la actividad del trabajador (por ejemplo, por las posturas de trabajo mantenidas, sobreesfuerzos o movimientos efectuados durante el trabajo de forma incorrecta o la sobrecarga sufrida de las capacidades de percepción y atención del trabajador); o los riesgos relativos a la energía (la electricidad, el aire comprimido, los gases, la temperatura, los agentes químicos, etc.). De este modo el diseño adecuado del puesto de trabajo

debe servir para garantizar una correcta disposición del espacio de trabajo, evitar los esfuerzos innecesarios. Los esfuerzos nunca deben sobrepasar la capacidad física del trabajador, evitar movimientos que fuercen los sistemas articulares, o evitar los trabajos excesivamente repetitivos. Para ello existen diferentes técnicas y métodos de análisis ergonómicos que ayudan a detectar condiciones no deseables, indicando defectos de diseño de los puestos de trabajo. Para la manipulación manual de cargas se puede emplear el método Niosh o la guía técnica del INSHT. Para analizar las posturas se puede utilizar el método REBA, OWAS o el RULA. Estos son los métodos más conocidos y habitualmente empleados para determinar si el diseño de un puesto de trabajo puede ser causa de problemas tanto para el trabajador como para la empresa. Aquí no están incluidos los aspectos psicosociales del trabajo entre otros, el medio ambiente, carga mental, monotonía, tipo de jornada, situación personal, motivación, exceso o defecto de trabajo... La presencia de factores psicosociales nocivos en el trabajo originarían riesgos del tipo: estrés laboral, burnout o síndrome del quemado, mobbing o acoso psicológico, trastornos depresivos, de ansiedad, enfermedades psicosomáticas...etc.

- Los recursos humanos: forman parte del diseño del proceso productivo, ya que son una piza importante para alcanzar los objetivos fijados por la empresa. En el pasado esta gestión se limitaba al registro de asistencia y posterior liquidación de sueldos y jornales. Actualmente se incorporan las funciones de búsqueda, selección e incorporación del personal y también su capacitación y entrenamiento. Esta selección permite contratar a la persona adecuada y con las capacidades necesarias para cada puesto de trabajo, para ello se emplean diferentes métodos y herramientas (entrevistas, periodos de prueba...). De este trabajo se encarga generalmente el departamento de recursos humanos. Para acometer su trabajo se establecen una serie de políticas.

Otro objetivo del departamento de RRHH es ayudar con su gestión a que todas las partes de la estructura tengan una visión general de la organización y sepan que trabajan para generar una diferencia frente a los competidores, una ventaja competitiva. En este sentido la gestión de recursos humanos debe generar un compromiso entre las partes. Este compromiso generará responsabilidad por las decisiones que se tomen. Además deberá buscar que la organización incorpore, como valor de su cultura, el concepto de espíritu de equipo.

- Apoyo a la producción: se debe diseñar e integrar los subsistemas de calidad, seguridad, mantenimiento, logística... Algunos de ellos se tratarán en apartados posteriores. Para ello debe existir la colaboración entre el subsistema de producción y el resto de subsistemas de la organización.

El diseño de procesos requiere técnicas específicas como la ingeniería concurrente, el despliegue de la función de calidad (QFD), los diagramas de proceso y el CAD-CAM-CAE y otras técnicas de mayor ámbito de aplicación, como el benchmarking, que permite optimizar en gran medida el diseño basándose en modelos implantados en otras empresas similares.

Las técnicas de CAD-CAM-CAE, aunque a menudo utilizadas en el diseño de procesos, tienen su principal aplicación en el diseño del producto. En el diseño de procesos

reducen notablemente el tiempo necesario en las primeras etapas de diseño. De igual forma, existe software específico para el equilibrado de líneas de producción y para la distribución en planta. Otros factores de interés pueden ser una adecuada vigilancia tecnológica y la creación de una base de datos integrada del producto y sus componentes.

En la actualidad, la técnica fundamental para el diseño de procesos es la ingeniería concurrente, también denominada ingeniería simultánea, ingeniería total o desarrollo integrado del producto. Su definición más aceptada universalmente la describe como un esfuerzo sistemático para un diseño integrado, concurrente del producto y de su correspondiente proceso de fabricación y servicio. Pretende que los diseñadores, desde el primer momento, tengan en cuenta todos los elementos del ciclo de vida del producto, desde el diseño conceptual hasta su disponibilidad, incluyendo calidad, coste y necesidades de los usuarios. Así pues la ingeniería concurrente es una herramienta indispensable tanto en el diseño de un proceso como en el propio diseño del producto. Esta técnica se estudiara un poco más adelante.

En contraposición con la ingeniería concurrente, el QFD es una herramienta de diseño rigurosa pero poco imaginativa. Es aplicable a los problemas que se dan en las interconexiones entre ingeniería, fabricación y marketing, puesto que su mayor ventaja es la claridad en las especificaciones del producto, lo cual ayuda a eliminar muchas pérdidas de tiempo y repeticiones. El QFD está especialmente indicado en aquellos procesos de diseño que sean más depuraciones que cambios radicales, porque potencia la implantación de un sistema de mejora continua en la empresa, dirigiéndola hacia la flexibilidad, eficacia, sencillez, liderazgo e innovación.

Los diagramas de proceso pueden entenderse como una herramienta de apoyo de las dos anteriores (la ingeniería concurrente) y el QFD, puesto que no depuran por sí solos, sino que permiten una representación gráfica normalizada del proceso para mantener una metodología de trabajo coherente. A la hora de confeccionar un diagrama de proceso hay que prestar mucha atención a la fragmentación de las actividades. Deben ser significativas, tener en consideración los elementos repetidos y diferenciar de forma clara los diferentes eventos que van surgiendo. En la actualidad, las características de flexibilidad de los procesos están reduciendo considerablemente las posibilidades de aplicar estos diagramas, por lo que puede decirse que su uso está en retroceso.

A la hora de diseñar un proceso, se necesitará una combinación de las técnicas comentadas, un conocimiento de los competidores y la realización de benchmarking.

1.6.10 Planificación de la producción

La planificación es el fundamento de la gestión administrativa. Sin un plan no hay bases para establecer cuáles deben ser las acciones que la empresa ha de tomar en el futuro, ni existen referencias que permitan comparar lo conseguido con lo que se hubiera deseado conseguir. Por tanto, todo plan debe constar de los siguientes elementos:

- Los objetivos que la empresa se propone alcanzar en el futuro.
- Los medios con los que empresa va a contar para alcanzar esos objetivos.

- El tiempo durante el cual la empresa va a disponer de dichos medios. Se conoce como horizonte temporal de la planificación.

No obstante estos objetivos y por tanto los medios correspondientes, no tienen por qué ser los mismos, cualesquiera que sean los horizontes temporales cubiertos en la planificación. Por este motivo, se divide el tiempo de planificación en intervalos durante los cuales existe una cierta permanencia de los objetivos, lo que permite a su vez una continuidad de los medios dispuestos. Es norma común que las empresas establezcan tres intervalos u horizontes temporales:

- 1.- Largo plazo, también se denomina planificación estratégica.
- 2.- Medio plazo o planificación táctica.
- 3.- Corto plazo. Que, aunque no tiene un nombre específico, coincide con lo que en producción se conoce como Programación.

La planificación estratégica

En esta etapa de la planificación es donde la empresa fija globalmente sus grandes objetivos. En algunos casos se establecen como cometidos de carácter genérico, que con posterioridad darán paso a otros más concretos, referidos ya a cada uno de los departamentos de la empresa. Por ejemplo, el tipo de negocio que interesa para el futuro, establecer los puntos débiles de la empresa con respecto a la competencia y como fortalecerlos, tipo de tecnología para elaborar productos, sistema productivo más adecuado, tipo de instalaciones y de fuerza laboral que se requieren, cantidad de maquinaria y cuánta mano de obra se necesita, dónde han de localizarse las instalaciones, cuáles serán las fuentes de suministro (los proveedores) y cómo serán las redes de distribución. Alguno de estos aspectos ya se ha tratado en el apartado denominado “estrategias de producción”.

Estos cometidos se reflejan en el denominado Plan de Negocios. El Plan de Negocios es el documento en el que la empresa establece sus líneas de actuación a largo plazo sobre el mercado, sus productos y los medios de producción necesarios que ha de disponer para conseguir los objetivos marcados. Se realiza conjuntamente entre todos los departamentos de la empresa y la responsabilidad en la coordinación corresponde a la gerencia de la empresa.

El intervalo temporal que debe cubrir la planificación estratégica es algo relativo y depende de las propias circunstancias de la empresa, entre otras: los productos que desarrolla, la tecnología que emplea y la situación externa en la que se desenvuelve: cuota de mercado, situación de la demanda de sus productos, etc. Es corriente definir un periodo de 2 años como el mínimo que debe incluir el plan estratégico, pero no puede decirse lo mismo para el máximo valor de dicho periodo y algunas empresas toman 3, 5 o más años como límite temporal. Un buen criterio para establecer cuál debe ser el máximo horizonte temporal es aquel durante el cual se prevé una demanda creciente o estable de los productos. Este momento puede preverse observando la evolución del ciclo de vida del producto. Cuando la demanda comienza a declinar (zona de madurez en la curva que indica el ciclo de vida del producto) deberá como mínimo iniciarse una nueva planificación estratégica. En todo caso es necesario revisar periódicamente la marcha de la planificación para conocer su grado de cumplimiento y habilitar las modificaciones oportunas que permitan alcanzar los objetivos.

Ello da a la planificación una continuidad permanente, de manera que los objetivos conseguidos se descartan para incluir otros nuevos.

Desde el punto de vista de producción, las aportaciones del Plan de Negocios, se traducen en el Plan de Producción y Ventas, que es una previsión de las finanzas necesarias para acometer el plan de producción, conforme a las ventas previstas durante el periodo planificado. Este plan se desarrolla en términos monetarios, teniendo en cuenta todos los productos de manera conjunta y las cantidades que de ellos se espera vender. Su finalidad es conocer estimativamente cuáles serán las necesidades financieras para llevar a cabo un cierto plan de producción. El Plan de Producción, es el documento intermedio entre el Plan de Producción y Ventas y el Plan Maestro. El plan de producción tiene como objetivo determinar las tasas de producción que son compatibles con las ventas y los costes calculados en el plan de producción y ventas. El Plan de Producción debe estar de acuerdo con los valores de producción establecidos en el Plan de Producción y Ventas.

Una vez establecida la tasa de producción hemos de verificar si se disponen de los recursos suficientes para llevarla a cabo. En esta parte de la planificación sólo nos interesaremos por lo que corresponde a los recursos de mano de obra y maquinaria, aunque sin distinción específica de cada uno de estos dos, por lo que se estimarán las necesidades globales de las horas de personal y máquina necesarias para cumplimentar la tasa de producción establecida en el Plan de Producción. La base para determinar las necesidades se halla en los datos históricos de la empresa y en la experiencia. Así se determina la carga de trabajo estimada, que ha de ser inferior a la de horas disponibles, es decir, la capacidad ha de superar la carga, para que no haya ningún problema de planificación. Si sucede al contrario, la carga supera a la capacidad de producción, significa que no podrá acometerse todo el trabajo previsto, se produce un cuello de botella. Estos cuellos de botella se pueden solucionar de dos maneras. Mediante la modificación de la capacidad, lo cual requiere una disponibilidad mayor de recursos en esas fechas, bien porque se aumente su cantidad (número de operarios o máquinas), bien por ampliación del horario de utilización de los mismo (horas extraordinarias). Otra posibilidad consiste en reducir la tasa de producción los meses que suceda el cuello de botella, ello obligaría a una redistribución de la producción, adelantando la del mes causante del problema a los meses anteriores. De las dos opciones, aumentar la capacidad o redistribuir la carga, lo deseable es la primera, siempre que sea factible. Por supuesto, siempre queda la segunda posibilidad pero antes de llevarla a cabo deberemos estudiar la primera. Ello se debe a que la carga es en definitiva la demanda del mercado, parece lógico pues anteponer ésta a cualquier otra condición. La opción de redistribuir la carga, en el caso de ser necesaria, puede hacerse de dos maneras, bien adelantando el comienzo de los trabajos que da lugar a la punta de carga, o bien trasladar estas horas a los meses posteriores de enero. Cualquiera de las dos presenta inconvenientes y ventajas. Adelantar la sobrecarga tiene la ventaja de mantener inalteradas las fechas de entrega, pero pueden surgir inconvenientes de encaje de horas, puesto que es de esperar, que las horas anteriores al mes problema ya hayan sido comprometidas con otros trabajos.

Posteriormente se estudia la financiación de los recursos y la producción. Consiste en establecer los costes de todo los recursos que van a intervenir. Aunque con anterioridad se han calculado los costes de la producción, ahora se detallarán más aun estos, clasificándolos en tres apartados:

- Costes de materia prima.
- Coste de mano de obra.
- Costes indirectos. Se refiere a aquellos costes como los de supervisión, control de calidad, aprovisionamientos, mantenimiento, administración, etc.

A partir de estos datos calcularemos el Plan de Financiación de la Producción. Que contiene todo lo descrito hasta el momento. Aparte de ser de utilidad para anticiparse a las necesidades los fondos para gastos corrientes y créditos de campaña (aquellos necesarios para hacer frente al coste de los recursos productivos tales como materia prima, mano de obra, consumos de energía, etc.) es también de utilidad para elaborar una previsión de inversiones necesarias en la compra de activos o necesidades de (nuevas máquinas, alquiler de naves de almacén, etc.) que pueden deducirse de los datos anteriores.

De esta manera queda concluida la planificación a largo plazo, que como se ha podido observar, su resultado final es más una parte de los presupuestos monetarios de la empresa, que la determinación de las cantidades futuras.

La planificación táctica

La planificación debe ser el vínculo de unión entre los objetivos fijados por la dirección de la empresa con las disponibilidades para conseguirlos; a medida que avanzamos en el tiempo esos objetivos deben hacerse realidad. Es por tanto el factor tiempo el que da a la planificación un sentido práctico a medida que hacemos presente el futuro.

Si los objetivos de la planificación estratégica de la producción se relacionaban más con términos económicos, ahora se aproximan más a la realidad del proceso. Estos objetivos, que la producción se marca en la planificación táctica son:

- 1.- Cuánto hay que producir de cada uno de los productos comercializados, es decir, hay que predecir la demanda de los productos.
- 2.- En qué fecha hay que producir esas cantidades, lo que supone fijar de antemano la disponibilidad de materiales, materias primas y recursos, necesarias para plasmar la producción de esas cantidades.

En cuanto al horizonte temporal que abarca esta planificación, hay que decir, puesto que la base de este plan es la previsión de la cuantía de la demanda y ésta no se podrá conocer por adelantado con exactitud, que cualquier previsión que se haga, tiene una inexactitud mayor cuanto más lejano este el momento que se pronostica. Esta inexactitud no debe hacer inviable las decisiones sobre el futuro. Es regla práctica para una gran parte de los procesos productivos emplear para esta planificación un horizonte de un año como máximo, criterio basado en la coincidencia con el ciclo fiscal de la empresa. Para determinar el mínimo horizonte temporal no existe un valor concreto y depende entre otras razones del tiempo de fabricación del producto. No es posible establecer planes sobre materiales o sobre recursos en un horizonte menor que el plazo de fabricación. Por lo tanto el mínimo horizonte temporal de la planificación vendrá determinado por el tiempo de producción más largo de cualquiera de los productos intervinientes en el plan.

Otro aspecto referente al horizonte de planificación, es la división de éste en periodos más cortos, que suelen coincidir con las semanas naturales e incluso con días de trabajo. El motivo de ello es establecer controles periódicos que permiten conocer el grado de cumplimiento del plan.

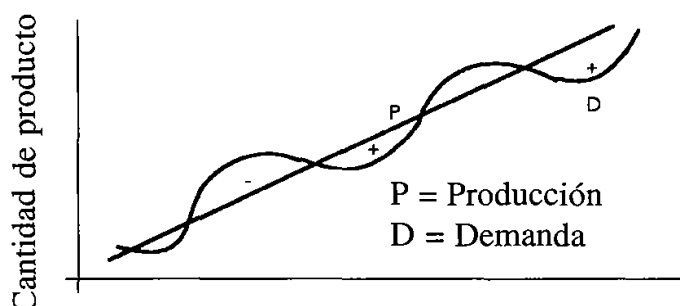
Desde el punto de vista de la producción, la demanda se refiere al conjunto de peticiones que pueden llegar al departamento de producción durante un cierto periodo de tiempo. No existe una clasificación de todas las posibles peticiones susceptibles de considerarse comprendidas dentro de la demanda, pues puede depender del proceso, las más corrientes son: previsiones de ventas, ordenes de producción de otras partes del procesos productivo (se refiere este apartado a aquellos productos que deben ser utilizados por otras secciones o fábricas de la misma empresa para completar otro producto), peticiones de los servicios postventas y repuestos, promociones especiales, constitución de stocks de anticipación (se refiere este apartado a aquellas peticiones de producción que tienen como objeto crear un stock que permita hacer frente a situaciones previstas, por ejemplo una parada por vacaciones), las peticiones de producto no servidas en periodos anteriores (corresponde a aquellas ordenes de producción que no se han procesado, por las razones que fueran, en periodos anteriores y que están pendientes aún de ser entregadas), constitución de stocks de seguridad... Como se observará, no todo lo que constituye la demanda en términos de producción es desconocido, hay partes que pueden ser establecidas de antemano. Esto hace que la suma de todas estas componentes facilite la previsión de la variable demanda en su conjunto.

Los objetivos mencionados de la planificación táctica se plasman en un documento denominado Plan Maestro de Producción, que debe ser la mejor de las alternativas posibles, en términos de coste, para conseguir una producción que cumpla los objetivos marcados por la empresa en cuanto a cantidad producida y empleo de la capacidad productiva. La confección del plan maestro se puede hacer en unidades del producto.

Métodos de confección del plan maestro de producción:

- Método grafico: se trata de encontrar unos niveles de producción que satisfagan a la demanda, este método es aproximado y no tiene en consideración los costes de las alternativas, pero a efectos estimativos puede ser de utilidad. Consiste en construir una grafica con los meses del año en donde se vea reflejada la demanda de cada mes, la demanda acumulada, la producción mensual (se obtiene dividiendo la demanda acumulada total por 12 meses), la producción acumulada y los inventarios. Una estrategia posible consiste en mantener una producción uniforme durante los doce meses. Esta manera de cubrir la demanda se denomina Política Productiva Nivelada con Inventarios. Se refiere, a que es posible abastecer la demanda con una producción constante, de manera que cuando exista remanente de producción, pase al almacén (corresponde a las partes del ciclo indicadas con un signo «+» de la figura) y al contrario, cuando la demanda supere a la producción, sea el almacén el encargado de abastecer la parte no satisfecha por la producción (son las partes del ciclo indicadas con signo «-»). En estos casos, el proceso se diseña para una capacidad que cubra una supuesta demanda media, señalado en la figura con una recta. Los inventarios tienen un coste, consecuencia del dinero atado al producto; es decir, todo producto ha costado a la empresa una cierta cantidad, si la empresa no vende ese producto no recupera el dinero invertido en él y por tanto no puede producir más unidades, a no

ser que tome el dinero de otra parte (un préstamo del banco o de accionistas, etc.), en cuyo caso debe devolver ese dinero tomado y unos intereses; son esos intereses lo que la empresa tiene que pagar de más por almacenar y no vender sus productos.



Otra estrategia posible, consistiría en producir en todo momento lo que se demanda. En este caso denominamos a esta manera de producir Política Productiva Nivelada con Capacidad. Ahora no se disponen de inventarios pues siempre se produce lo que se necesita. En todo momento deberemos estar dispuestos a acometer una producción que iguale la demanda mensual, lo que se consigue variando permanentemente la cantidad producida. Esto a su vez se puede conseguir de dos maneras; una manteniendo una determinada cantidad de recursos (un cierto número de operarios y de máquinas) y variando el número de días de trabajo, lo que se conoce como Política de Nivelación con Horas Extraordinarias y otra, manteniendo el horario de trabajo y variando el número de recursos empleados (mediante la contratación y despido del personal) que se conoce como Política de Nivelación con Recursos. Existe una tercera estrategia posible distinta a las anteriores, consistente en no producir nada y encargar a otros que produzcan durante el periodo indicado las cantidades suficientes para abastecer la demanda, esta manera de suministrar producto se denomina Política de Subcontrataciones.

No todas estas formas de producir son rentables para la empresa, e incluso algunas de ellas ni si quiera son viables, por ejemplo la política de contratar personal en momentos de un alza de la demanda y despedir en épocas de caída de ésta, es algo no admitido por la legislación de algunos países o penalizado en cuanto al excesivo coste de los despidos. No obstante, se utiliza en procesos con alta estacionalidad como los ligados al turismo o la agricultura. Lo mismo se puede decir en cuanto a la subcontratación, que carece de sentido si se aplica permanentemente a los productos finales, por tanto es una política teóricamente posible y aplicable en la realidad en determinadas circunstancias, fundamentalmente para productos o subconjuntos integrados en otros principales, vendiéndose además aquellos subconjuntos como repuestos. Pues bien, la empresa debe usar de aquellas políticas que le sean más rentables en cuanto al coste y que, por lo general, no tienen que excluirse mutuamente, más bien se emplean políticas de nivelación de la producción que son el resultado de una combinación de varias de ellas. Las decisiones sobre cuál de las políticas o técnicas de nivelación de la producción se utilizarán en el futuro, se contempla en el Plan Maestro de Producción.

Por tanto, si es necesario comparar las diversas alternativas de producción, tendremos que disponer de los costes de cada una de las políticas. Estos datos sobre los costes de la producción en horario extraordinario o de los inventarios, así como de la flexibilidad en la contratación y de la subcontratación de la producción, son datos que deben ser conocidos por el departamento que confecciona el Plan Maestro.

- Método reiterativo: este método está basado en el cálculo del coste de las diversas alternativas de producción definidas por las políticas productivas, ello da una aproximación suficiente, aunque no podremos asegurar que la alternativa escogida sea la de coste menor. La producción normal, es por supuesto la base de la empresa y por tanto siempre intervendrá cualesquiera que sean las otras alternativas (producción en horario extraordinario, los inventarios, subcontratación o contratar y despedir mano de obra).

El coste determina a la hora de elegir el Plan de Producción, de manera que deberemos ensayar otros valores de producciones mensuales, que nos permitan conocer si se mejora el coste total. Si efectivamente se mejora el coste total, estos serán el nuevo Plan de Producción, siempre que sea compatible con los objetivos y limitaciones de la empresa. En principio cualquier plan es válido siempre que su coste sea menor que el plan anterior. Es fácil deducir que son posibles múltiples Planes de Producción, tantos como queramos, sin más que variar las producciones mensuales dentro de las limitaciones impuestas por la realidad, de manera que no podremos conocer cuál es el de coste mínimo.

Este método de cálculo, que consiste en repetir el procedimiento para obtener un cierto coste y aceptar los valores de producción si aquél ha disminuido y si no rechazarlo, es un sistema aproximativo de prueba y error, que nunca determina si hemos llegado al óptimo. Esto supone un inconveniente, dada la imposibilidad de conocer cuál es el plan óptimo, aunque tiene la ventaja de dejar en manos del personal que planifica establecer los datos de las producciones que ellos estimen oportunos, acordes con la realidad de entorno empresarial y no basar sus criterios en resultados matemáticos teóricos y de difícil aplicación práctica. Por otra parte, el desarrollo de los cálculos del plan se adaptan perfectamente a la utilización de una hoja de cálculo, por lo que una vez confeccionada ésta, es fácil obtener un criterio comparativo en cuanto al coste sin más que variar la producción mensual.

- Análisis de sensibilidad: Una vez obtenido el plan, conviene comprobar cuáles serían los resultados si los valores de demanda, que hemos tomado como base para el cálculo del plan, cambian en el futuro. Se analizarán los casos en los que la demanda supera las previsiones realizadas (se precisa un aumento de los recursos productivos) y cuando se produce una caída de la demanda estimada (lo que provoca un exceso de recursos ociosos). Para realizar la planificación habrá que emplear las políticas ya mencionadas y conseguir la configuración que menos coste suponga para la empresa.

Programación de la producción

Una vez confeccionado el plan maestro agregado de la producción, que contiene el curso de acciones a tomar a medio plazo, deberemos pasar al corto plazo donde el documento empleado en la producción es el Programa Maestro.

El Programa Maestro determina la producción que hay que realizar en el corto plazo y deriva del Plan Maestro, del que se obtienen los datos. El alcance temporal del Programa Maestro es relativo y como en el caso anterior depende del tipo de proceso y su duración, aunque es práctica común tomar dos o tres meses. En lo que se refiere al horizonte temporal mínimo viene determinado de manera obligada por el tiempo de procesado del producto. Todo el horizonte temporal se divide en periodos, normalmente de semanas, aunque esto también es algo dependiente del proceso, por ejemplo en los procesos conocidos como “Justo A Tiempo” suelen ser uno o dos días.

El Programa Maestro, sirve como base para la producción, se debe confeccionar en las mismas unidades que se realiza la producción. También se debe desagrupar los datos de la producción procedentes del Plan Maestro, es decir tomando individualmente los productos de las familias en que fueron agrupados, si es que lo fueron, con los datos de la demanda conocidos en la realidad y, al contrario que los anteriores métodos de confección, hay que plasmar el programa en unidades de producción.

La empresa puede adoptar varias estrategias productivas, como ya se ha indicado, una estrategia de producción nivelada con (permite mantener una producción constante, pero un inventario variable), nivelación con capacidad (la producción se adapta a la demanda, lo que permite prescindir de los inventarios, la estrategia de la producción Justo A Tiempo se basa en nivelar la producción con capacidad. En algunos casos este tipo de estrategias puede conducir a situaciones inviables o costosas) y la producción por lotes (en algunos casos interesa producir cantidades muy superiores a las demandadas, lo que permite amortizar ciertos costes de la producción, pero también tiene inconvenientes como el de dificultar la programación de la producción. No obstante es uno de los sistemas de producción más utilizados).

El paso siguiente consiste en determinar las fechas en las que habrá que solicitar las materias primas y productos semielaborados, que en general llamaremos materiales, para completar la producción de las cantidades fijadas en la Programación Maestra. A continuación deben planificarse los recursos necesarios (mano de obra y maquinaria) para llevar a cabo el plan productivo establecido e incluso incluir aspectos económicos. Para ello las técnicas habitualmente empleadas son las de Reglas de Secuenciación para la producción organizada por talleres, OPT para producción organizada por lotes, MRPI, MRP-II, CRP y JIT para producción en masa y Revisión Periódica y Control de Inventarios para producciones continuas.

La implementación de cualquiera de los sistemas de programación deberá realizarse gradualmente, asesorado por expertos en el tema que brinden capacitación a todo el personal y bajo el liderazgo de la Alta Dirección.

La técnica MRP-I

Estas siglas proceden de las palabras «Material Requirement Planning» o su traducción Planificación de las Necesidades de Materiales. Existen numerosos paquetes comerciales de desarrollo del MRP-I basados en el uso de ordenadores, que permiten acortar y racionalizar el procedimiento de planificación. El uso por las empresas de esta técnica requiere del empleo de ordenadores, aunque para casos sencillos no es necesario. A continuación se desarrollará una de las posibles maneras de llevar a cabo la MRP-I, pero hay que decir que hay otras muchas distintas, aunque sus principios son siempre iguales.

Esta técnica determina las necesidades de materiales a partir de las cantidades requeridas de los productos finales. Por tanto hay que fijar en primer lugar las necesidades de éstos y la fecha de entrega, para pasar a continuación a la determinación de los productos intermedios y así ir descendiendo en la estructura de elaboración del producto hasta llegar a la materia prima. Este modo de planificar presenta indudables beneficios en cuanto a costes y organización, frente a otros tradicionales. Para ello se debe partir de ciertos documentos elaborados por la empresa, estos son:

- Programa maestro de producción: no necesita mayores explicaciones, pues ya ha sido tratado suficientemente con anterioridad.
- Lista de materiales: la lista de materiales es un compendio de todos los productos, independientemente de su grado de elaboración, que intervienen en la fabricación de un producto. La lista debe contener las especificaciones necesarias para que pueda completarse el producto y las cantidades que interviene en la producción del producto final. Hay diferentes maneras de representar la lista de materiales. Esta puede ser como lista dentada o como lista jerarquizada, cuya utilidad es mayor que la anterior para el MRP-I. La lista jerarquizada consiste en un organigrama organizado por niveles, que marcan el grado de elaboración de productos y permiten la localización rápida de estos dentro de la lista. Hay que notar que los productos no manipulados por el proceso, lo que constituye la materia prima, siempre están en el nivel más elevado (parte inferior) y el producto acabado en el nivel más bajo (zona superior). Este es el prototipo de perfil utilizado en aquellos productos que tienen pocas opciones, es decir están muy estandarizados. Productos idóneos para ser fabricados en procesos continuos o en masa. La planificación parte del producto final y fija las necesidades de materias primas a través del Programa Maestro de Producción (PMP) y la lista de materiales de manera descendente. Hay otra forma de confeccionar la lista de materiales, se denomina lista modular. Esta es una estructura, que permite la identificación de subconjuntos para facilitar el montaje de opciones del producto. Es útil en la última fase de la producción. En este caso, el perfil tiene una figura diferente, digamos de “reloj de arena”. Ahora los productos finales obtenidos de la misma materia prima pueden ser múltiples, sin más que variar sus opciones. La planificación no se hace ahora sobre la base de los productos finales sino sobre módulos o subconjuntos, que ensamblados de distinta manera dan como resultado el producto final. El Programa Maestro de Producción parte ahora de los módulos y determina las necesidades de materia prima para producir estos. Los productos finales llegan a través de las opciones, que sólo se montan en el instante que se conoce la confirmación del pedido. A partir de este instante entra en juego otro documento denominado Programa del Ensamblado Final (PEF, que es el encargado

de guiar la última fase de la producción para adaptar el producto a las opciones demandadas). Esta última manera de producir corresponde a un proceso de producción de ensamblado bajo pedido.



Perfil lista materiales jerarquizada

Las diferencias entre el Programa Maestro y el Programa de Ensamblado Final son:

1. El Programa Maestro de producción trabaja con previsiones de demanda. El Programa de Ensamblado Final trabaja con pedidos confirmados.
2. El Programa Maestro prevé las necesidades de productos finales o de subconjuntos a partir de las materias primas. El programa de Ensamblado Final determina las necesidades de subconjuntos a partir de los productos finales.

La confección y actualización de la lista de materiales compete al departamento de Ingeniería, perteneciente a Producción; no obstante la lista de materiales suele ser un documento manejado por diversos departamentos, entre ellos el Comercial.

- Registros de los inventarios: la planificación de la producción requiere de informaciones auxiliares sobre la situación de partida y de aquellos datos que con certeza se cumplirán en el futuro. Estos datos son las existencias de productos terminados, stocks de seguridad fijados por el departamento de planificación, tiempo de suministro (conocido también como plazo de entrega, que en definitiva es el plazo fijado por el suministrador para entregar ciertas cantidades de los productos) y órdenes abiertas o pedidos pendientes de suministro.

Una vez que tengamos todos los datos necesarios, se procederá a aplicar esta técnica de planificación de los materiales. Para el desarrollo se emplea un cuadro que se muestra a continuación. Hay que decir que no siempre se emplea la misma estructura de cuadro, existen numerosas versiones, aunque conceptualmente no hay variaciones.

		Tipo de Producto									
Q =	Exis. =	Mes 2					Mes 3				
		4,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00
T.s. =	S.s. =										
Necesidades Brutas											
Entregas Pendientes											
Disponibilidades											
Necesidades Netas											
Órdenes Planificadas											
Órdenes Libradas											

El cuadro comprende tres partes:

- Definición del producto y situación del inventario: se trata de identificar el producto mediante el código y su descripción. Además incluimos el tiempo de suministro (T.s.), el stock de seguridad (S.s.), existencias almacenadas (Exis.) y la cantidad por lote cursado (Q).
- Bloques temporales: corresponden a los periodos en que se ha dividido el Programa Maestro, como se ha dicho lo normal es usar la semana como bloque temporal. En ese ejemplo se han tomado 10 semanas que corresponden a otras tantas columnas.
- Conceptos sobre la planificación:
 - Necesidades Brutas. Son las cantidades que hay que suministrar a los solicitantes. Entiéndase como tal toda empresa ajena o toda sección de la propia empresa, que requiere un producto. Las Necesidades Brutas se completan con los resultados anteriores del Programa Maestro de Producción en el caso del producto final y con la ordenes libradas del material precedente en el resto de materiales.
 - Entregas Pendientes. Se trata de anotar aquellas órdenes de compra u órdenes de producción abiertas, que no han sido satisfechas, por lo que las partes no entregadas deberán anotarse aquí. Son compromisos de los suministradores con el proceso y no compromisos del proceso con los clientes.
 - Disponibilidades. Se anotan todas las existencias del producto descontadas las de seguridad. En algunas ocasiones surgen las denominadas «Reservas», que corresponden a las existencias ya comprometidas para otras producciones. Si tal cosa hubiera ocurrido debería tenerse en cuenta descontando la cantidad reservada de las existencias. Disponibilidad=existencias-reservas-stock de seguridad. Los valores que aparezcan en esta fila no deberían ser nunca menores que cero, pues ello supondría admitir que las existencias se

encuentran en las existencias de seguridad. Esto puede acontecer en la realidad futura, pero no en esta fase.

- Necesidades Netas. Son las cantidades que hay que producir para compensar los stocks negativos. Como en el apartado anterior se puede establecer una fórmula matemática que permita el cálculo de estos valores de una manera automática.

$$\text{Necesidades netas} = \text{necesidades brutas} - \text{entregas pendientes} - \text{disponibilidades.}$$

- Ordenes Planificadas. Si el anterior concepto supone las cantidades que habría que producir, este nuevo significa el momento que hay que comenzar a producir las cantidades anteriores, por tanto es básicamente lo mismo que el anterior pero atrasando en el tiempo su comienzo en función del tiempo de suministro. Se trata en definitiva de fijar el momento de comienzo de la producción de las cantidades que compensan los inventarios negativos.

- Ordenes Libradas. Este concepto tiene en cuenta la agrupación de cantidades para formar lotes de producción o compra en aquellos casos que se necesite.

Hay que completar un cuadro por cada uno de los productos que intervienen en el proceso. El desarrollo se lleva a cabo comenzando por el producto final y concluyendo en los productos del nivel más alto. Dentro de un nivel, se puede planificar cualquier producto sin ningún orden concreto. Esta forma de planificar la manipulación de productos, comenzando por el final y retrocediendo hasta la materia prima no es caprichosa, obedece a un sistema de programar la producción, que presenta indudables ventajas.

Una vez finalizado el proceso de planificación de materiales se realiza un cuadro resumen donde se reflejen todas las ordenes libradas de cada material, incluyendo el producto final. Con ello se determina las cantidades que se necesitarán y cuándo se necesitarán. A partir de estos datos se deberán cursar las Solicitudes de Materiales, que en definitiva es una petición de compromiso para que los suministradores corroboren los datos anteriores.

La técnica CRP

Es la técnica de planificación de las capacidades productivas. Si en el apartado anterior se buscaba la disponibilidad de materiales, éste trata de fijar la cantidad de recursos productivos (mano de obra y maquinaria) que serán necesarios para procesar los productos anteriores. Si la planificación de materiales es conocida como MRP-I, la planificación de capacidades se conoce como CRP.

Con anterioridad, veíamos que uno de los pasos de la planificación a largo plazo era la Planificación de las capacidades. Entonces tenía la finalidad de no continuar con el proceso de planificación si no era posible contar con los recursos suficientes para poder procesar la producción fijada como objetivo. Era una aproximación a la realidad futura. Ahora esa aproximación debe ser afinada al máximo posible.

El punto de partida para el cálculo de la planificación de recursos son los siguientes datos:

- La planificación MRP-I: no requiere ulteriores explicaciones.
- Las hojas de ruta: indican el camino del producto a lo largo de las secciones que lo manipulan.
- Los tiempos de ajuste y procesado de cada uno de los productos: son los tiempos requeridos para poder procesar cada uno de los productos en cada una de las secciones. Ahora el tiempo de procesado tiene dos componentes. Una, la del tiempo de ajuste del proceso previo al tratamiento del producto. Este tiempo se da por lote producido, pues es cada vez que se produce un lote cuando se procede al ajuste de las instalaciones. Otra, la de tiempo de operación de cada una de las unidades que componen el lote. Este tiempo es mayor o menor en función del número de unidades que componen el lote, pero no depende del número de lotes producidos. Estos tiempos son obtenidos a través de las mediciones hechas por los responsables del proceso.
- La capacidad disponible en cada uno de los Centros de Trabajo: esta debe de ser superior a la carga de trabajo de cada centro de trabajo. Esta carga se calcula mediante los tiempos de ajuste y procesado en todas las semanas donde haya que producir lotes. El tamaño de los lotes está fijado en el MRP-I. En caso de que la carga supere a la capacidad se produce el ya mencionado cuello de botella. Hay diversas posibilidades para eliminar esa sobrecarga:
 - 1- Hacer horas extraordinarias equivalentes a esta producción.
 - 2- Pasar recursos de una sección con exceso de capacidad a la sección que presenta el cuello de botella.
 - 3- Prever la contratación de personal temporal para esas fechas.
 - 4- Subcontratar la producción equivalente.
 - 5- Repartir la carga entre otros periodos. Esto exigirá la modificación de la Planificación de Materiales, con el fin de adaptar el suministro de productos a la nueva situación de capacidad.
 - 6- Modificar el Programa Maestro, que es el origen del presente patrón de cargas.

Toda ellas son soluciones factibles, aunque a veces no deseables. En concreto, la modificación del Programa Maestro parece en principio la opción más barata, pero no es tan simple.

La técnica MRP-II

Es una técnica que basada en la MRP-I va más allá al incluir aspectos económicos que pueden ser utilizados por el departamento financiero. Puesto que la MRP-I suministra información sobre las fechas en que se van a cursar los pedidos a los proveedores y la CRP nos indica las horas empleadas por los recursos productivos, es posible establecer las necesidades monetarias para hacer frente a estos costes. Un plan de producción basado en la

planificación de materiales y de capacidades, pero trasladados a necesidades monetarias es lo que se conoce como MRP-II.

1.6.11 Control y medición de un proceso productivo

Es una de las funciones señaladas al principio de este capítulo que puede desempeñar el ingeniero de procesos. Para ello contará con la colaboración de diferentes departamentos de la empresa, como son mantenimiento, calidad, logística... La programación de la producción y su seguimiento están estrechamente relacionados con esta función. Para llevarla a cabo, hoy en día, se cuenta con diversas aplicaciones informáticas y bases de datos.

El control y medición de un proceso productivo y de la producción consiste en la análisis del desempeño de la gestión de éste, con el fin de saber si éste es la adecuado y saber qué tan cerca estamos de los objetivos propuestos, para que, en caso de haber desviación, poder tomar las medidas correctivas. Un proceso productivo y su producción son fácilmente evaluables atendiendo a indicadores tales como la rentabilidad de la compañía, el grado de satisfacción de los clientes, los volúmenes de producción obtenidos, la calidad alcanzada, eficiencia, productividad, tasa de uso de la capacidad, cuellos de botella, porcentaje de defectuosos, disponibilidad, las necesidades de mantenimiento y sus costes asociados, etc.

Sin embargo, todos estos evaluadores presentan un problema: son a posteriori, indican si el diseño de procesos fue el adecuado, pero una vez que éste ha concluido. Para poder realizar un buen seguimiento del diseño será preciso seguir otra serie de indicadores, analizando cómo se adapta cada etapa a los factores decisivos en el diseño de procesos altamente productivos. Algunos de estos factores, extraídos de mejores prácticas, se desarrollan a continuación:

- Simplicidad. Debe eliminarse todo lo superfluo, escogiendo siempre las soluciones más sencillas. Factores que pueden agruparse dentro de la simplicidad son:
 - Estandarización. Es conveniente utilizar elementos comunes, reduciendo así la variedad y con ello la posibilidad de error.
 - Modularidad. Se aconseja dividir un sistema en un conjunto de módulos independientes interconectados entre sí. Al diseñar un proceso complejo suele ayudar fragmentarlo en subprocesos más sencillos.
- Especialización. Los principios de división del trabajo siguen invariablemente presentes en el diseño de cualquier proceso. Actualmente se especializan las labores humanas y no sólo éstas, sino también las de las máquinas, productos, factorías, talleres, etc., permitiendo unirse e intercalarse en otras cadenas de procesos o sistemas para poder cumplir la misión específica que se les encomiende.
- Normalización. Se trata de reducir cuanto sea posible la gran variedad de materiales, operaciones, productos, dimensiones, etc. que intervienen en un proceso utilizando un diseño del producto y de elementos estándar. La normalización facilita otros dos factores:

- Intercambiabilidad. Los elementos pueden sustituirse y cambiarse de forma independiente dentro de un sistema.
- Movilidad. Los módulos pueden ocupar distintas posiciones dentro del sistema.
- Sincronización. Se organiza el proceso de manera que el personal requerido actúe sobre cada producto un tiempo (ciclo) y en un lugar determinados, para después transferirlo a otra estación.
- Flexibilidad. Actualmente sea quizá el factor más importante de los aquí contemplados si tenemos en cuenta la rapidez de los cambios a los que se encuentran sometidas las empresas. Se trata de crear procesos dinámicos (capaces de evolucionar) y regulables, al mismo tiempo que adaptables al entorno tras realizar pequeñas modificaciones.

Es posible evaluar la productividad y la eficacia de cualquier sistema, diseño o proceso, en función de cómo se ajuste a los factores anteriores. Realizando controles periódicos se pueden detectar desviaciones en alguna de las etapas de diseño frente a dichos factores, de esta forma, pueden ser corregidas de forma inmediata, sin los costes asociados a una depuración posterior del proceso. Es habitual que en muchas empresas el seguimiento del diseño sea realizado por consultores externos que aporten una amplia experiencia en cada una de las etapas por haber participado en procesos similares en otras compañías.

Volviendo al primer concepto de control y medición de un sistema productivo, el que se realiza una vez hecho el diseño del proceso y éste está en marcha, una de las primeras informaciones necesarias para el control, es una lista de las instalaciones a controlar. Con el fin de poder identificar rápidamente cada uno de los elementos que componen el sistema productivo, es necesario asignar a estos un nombre y un número. El método habitual consiste en asignar a cada elemento de la maquinaria y el equipo un número y pintar este número, o fijar una chapa con el número asignado, en el elemento en cuestión. El registro escrito consiste entonces en una lista de los elementos existentes en la que constan el número y la descripción de cada uno de ellos. Esta lista recibe el nombre de «Registro de las Instalaciones». Este registro suele contener otro tipo de información, tal como el coste de compra, la amortización, el valor residual, el coste de mantenimiento, etc., por lo que sirve de registro básico del activo de la sociedad, utilizado no sólo por Control de Producción, sino también por Planificación de Producción, Contabilidad y Mantenimiento. A su vez estos registros de instalaciones pueden estar agrupados en conjuntos o grupos de equipos de producción. Estos grupos son los llamados "centros de producción". De esta manera es más sencillo su control y gestión, el trabajo y los costos son asignados a estas unidades. El registro de los centros de producción debe contener también los números de identificación y las descripciones de las máquinas y puede venir completado con planos o diagramas de la distribución.

Los diferentes tipos de distribución en planta (lineal, funcional, por grupos o flexible) de las instalaciones tienen una importante influencia en la eficiencia y coste del control del sistema productivo y de la producción. La distribución en línea puede ser controlada con mayor eficacia y menor costo que la distribución funcional y que, cuando resulta práctico su uso, la primera permite conseguir una mejor utilización de la mano de obra, las instalaciones

y el capital. Incluso en empresas de tamaño medio o pequeño, en el que mediante cálculos matemáticos se pueda aparentemente probar que la distribución en línea origina una utilización deficiente de la mano de obra y la maquinaria, la sencillez del control y el efecto psicológico del flujo y del ritmo de la línea hacen que sean ridículos los resultados matemáticos. La distribución en grupo es en cierto sentido, un paso intermedio entre la distribución funcional y la distribución en línea. Por eso la distribución en grupo puede situarse, a la hora de valorar su influencia en la eficiencia del control de producción, en una posición intermedia entre la distribución en línea y la funcional. Su mayor ventaja consiste en que ofrece a la empresa de tamaño medio o pequeño, con producciones muy variadas, un método alternativo de reducir el tiempo de producción y mejorar, por lo tanto, la utilización del capital y los plazos de entrega. También ofrece la ventaja de que, en comparación con la distribución funcional, simplifica y abarata el control de producción, haciéndolo más eficaz y efectivo.

1.6.12 Relación entre ingeniería de producto y de proceso

La ingeniería de procesos debe estar permanentemente coordinada con la ingeniería de producto, la cual es la responsable de diseñar y desarrollar el producto que cubra, lo más eficientemente posible, las necesidades para las que ha sido previsto. La coordinación con la ingeniería de procesos permitirá que los productos se diseñen y desarrollen, de forma que, además de cumplir con sus propios objetivos, sean fabricables y montables, lo que supone que, para obtenerlos, no haya que recurrir a procesos complejos o costosos que, además, pueden dar lugar a productos defectuosos. Además de la fabricabilidad y la montabilidad, el producto debe diseñarse en coordinación con procesos, para aprovechar al máximo las sinergias derivadas de una actuación lo más conjunta posible.

En este sentido, la tendencia más tradicional comienza por diseñar y desarrollar el producto para, luego, abordar lo que se denomina su industrialización, es decir, desarrollar los procesos correspondientes a partir del producto, sus características y su modularidad. Sin embargo, la coordinación entre la ingeniería de producto y la ingeniería de procesos, junto con el aprovechamiento de las sinergias de de tal coordinación, llega a su máximo rendimiento por medio de la llamada ingeniería concurrente o simultánea, de acuerdo con la cual, y según ya se dijo el diseño y desarrollo del producto y el de los procesos correspondientes, se lleva a cabo conjunta y simultáneamente, con lo que, además de una buena coordinación y las sinergias ya mencionadas, se acorta el tiempo de diseñar y desarrollar productos y procesos. Además los costes son inferiores comparando con el sistema tradicional.

Así pues la ingeniería concurrente es una herramienta indispensable tanto en el diseño de un proceso como en el propio diseño del producto. Persigue un estudio sistemático y simultáneo, en el momento de desarrollo del producto, de las necesidades del mercado, de los requisitos de calidad y coste a alcanzar y de los medios y métodos de fabricación, venta y servicio necesarios para garantizar la satisfacción del cliente en todo el ciclo de vida del producto. Supone una revolución en el entorno del trabajo tradicional: se reemplaza el sistema de diseño y fabricación secuencial por un trabajo concurrente, en equipo y simultáneo desde el mismo momento en que empieza el proceso. Permite evitar los conflictos interdepartamentales que surgirían si cada departamento tratara de optimizar el proceso por separado.

La ingeniería concurrente abarca el diseño para la fabricación, montaje, calidad y para el mantenimiento, teniendo siempre en cuenta dos postulados: el diseño de un producto precisa tener en cuenta el mercado al que se dirige y los procesos de fabricación. Pero además la ingeniería simultánea posibilita incluir, ya desde el diseño del proceso, factores de seguridad para evitar riesgos, daños personales y de medio ambiente, economizando el consumo de materiales y energía, evitando la emisión de contaminantes y reciclando los residuos.

El éxito de la ingeniería simultánea exige un alto grado de integración organizativa dentro de las funciones de ingeniería y entre éstas y las demás funciones. Otros posibilitadores son las herramientas de diseño e ingeniería asistida por ordenador y los equipos multifuncionales (proveedores, clientes, supervisores, operarios, ingenieros: de producto, proceso, calidad, mantenimiento...). Los objetivos globales que se persiguen con la implementación de la ingeniería concurrente son:

1. Acortar los tiempos de desarrollo de los productos.
2. Elevar la productividad.
3. Aumentar la flexibilidad.
4. Mejor utilización de los recursos.
5. Productos de alta calidad.
6. Reducción en los costos de desarrollo de los productos.
7. Establecer conocimiento y cultura de Ingeniería Concurrente.
8. Integrar los departamentos de la empresa.
9. Asegurar el cumplimiento de los requerimientos y expectativas del cliente (tanto interno como externo).

No existe una metodología universalmente aceptada para la implantación de la ingeniería concurrente, si bien las mejores prácticas indican que para potenciarla se precisa:

- Impulsar planes y métodos de formación eficaces para la difusión y conocimiento de esta técnica.
- Crear y probar metodologías de implantación que orienten a las empresas y faciliten la consecución de resultados.
- Desarrollar criterios de definición de las diferentes tecnologías y estudiar y sistematizar su aplicación.
- Promover bases de datos de los productos que integren toda la información de diseño, pruebas, fabricación, calidad, etc. que permita una fácil comunicación e intercambio de información entre los distintos departamentos.

Por lo tanto, el desarrollo de nuevos productos y su industrialización se puede llevar a cabo de una manera tradicional (secuenciada), diferenciando la ingeniería de producto y la de proceso (debe existir colaboración entre ambos departamentos), o, mediante la ingeniería simultánea. En este segundo caso, ambas disciplinas se fusionarían en un departamento multidisciplinar, con las ventajas ya citadas. Durante la fase de industrialización de un producto, a menudo, surgen cambios en el diseño (rediseño) del producto y por tanto en el proceso. A consecuencia de esto, la interacción entre los productos y los procesos se da

durante todo el ciclo de vida del producto. Los ciclos de vida de los productos y los procesos son interdependientes entre sí. Cualquier cambio en el producto implica alguna modificación en el proceso. En este sentido, la ingeniería simultánea es más eficaz, proporcionando respuestas rápidas a los cambios. Esto a su vez supone una ventaja competitiva para la empresa.

1.7 CALIDAD

1.7.1 Antecedentes de la calidad

Es intrínseco al hombre el deseo de superación, lo cual ha sido el elemento clave para el avance tecnológico y cultural de la humanidad. En este proceso destaca también el propósito de hacer las cosas bien, como algo natural al ser humano.

El concepto de calidad ha ido evolucionando a lo largo de los años, ampliando objetivos y variando la orientación. Se puede decir que su papel ha tomado una importancia creciente al evolucionar desde un mero control o inspección, hasta convertirse en uno de los pilares de la estrategia global de la empresa.

La historia de la humanidad está directamente ligada con la calidad desde los tiempos más remotos; el hombre al construir sus armas, elaborar sus alimentos y fabricar su vestimenta observa las características del producto y enseguida procura mejorarlo. La práctica de la verificación de la calidad se remonta a épocas anteriores al nacimiento de Cristo. En el año 2150 a. C., la calidad en la construcción de casas estaba regida por el Código de Hammurabi, que establecía que "si un constructor construye una casa y no lo hace con buena resistencia y la casa se derrumba y mata a los ocupantes, el constructor debe ser ejecutado". Los fenicios también utilizaban un programa de acción correctiva para asegurar la calidad, con el objeto de eliminar la repetición de errores. Los inspectores simplemente cortaban la mano de la persona responsable de la calidad insatisfactoria. Los aztecas y otros pueblos antiguos comenzaron a establecer guías de calidad. El tratado más antiguo que se presenta fue descubierto en Egipto y data del año 1450 a.C. e indica como un inspector egipcio puede comprobar la perpendicularidad de un bloque de piedra con ayuda de una cuerda. Situándonos en la época artesanal, la calidad suponía hacer bien las cosas a cualquier costo.

Los objetivos seguidos por el artesano eran, por lo tanto, satisfacer el orgullo personal (su prestigio) y satisfacer al comprador. En definitiva, el producto era una obra de arte. Esto supone que el artesano vende los productos, compra las materias primas y trabaja con una metodología basada en su experiencia profesional. Ya entonces el gobierno fijaba normas como pesas y medidas de forma que el artesano podía inspeccionar y comparar los productos pudiendo establecer un patrón de calidad. Posteriormente, durante la industrialización, el concepto de calidad fue sustituido por el de producción (hacer muchas cosas, no importa con que calidad). El objetivo de este modo de fabricación era el de satisfacer la demanda de bienes (generalmente escasos) y el aumento de beneficios. En la Segunda Guerra Mundial, el concepto de calidad equivalía a asegurar la eficacia del armamento (sin importar el costo) con la mayor y más rápida producción (eficacia + plazo = calidad). El objetivo era garantizar la disponibilidad de un armamento eficaz en cantidad y

momento precisos. Durante la posguerra, en Japón el concepto de calidad equivalía a "hacer las cosas bien a la primera". El objetivo de esta filosofía de trabajo era minimizar los costos a través de la calidad, satisfacer a los clientes y aumentar la competitividad de estas empresas. En el resto de los países, sin embargo, se volvió al objetivo de la época anterior, la industrialización. No se contemplaba la calidad, sólo se trataba de producir cuanto más mejor, satisfacer la demanda de bienes para reconstruir los países afectados por la guerra. En este tiempo se analiza el trabajo y se descompone en actividades sencillas. Estas actividades se realizan por personas especializadas en pequeñas tareas. De este modo nace el trabajo en cadena; el trabajo pasa de ser organizado por un artesano industrial a ser planificado por los ingenieros. Como consecuencia disminuye el periodo de aprendizaje y aumenta la productividad. Esto supone un aumento de la competitividad, pero un descenso del nivel de vida y de la satisfacción de los trabajadores. Como efectos "secundarios" aparece un descenso de la calidad por apatía, descuido, mala coordinación entre distintas funciones, etc.

Llega un momento en el que el cliente comienza a exigir más calidad. Entonces se comienza a buscar que el grado de adaptación de un producto a su diseño sea el óptimo. En esta época surge el Control de Calidad, en el sentido de inspección de las características de un producto y satisfacer las necesidades técnicas y de producción. De este modo, la calidad se identifica con la ausencia de defectos. Originado por este control de calidad surge un conflicto entre la función de fabricación (a la búsqueda de aumentar la productividad) y la de control de calidad (cuya función era detectar todos los defectos posibles). Pero entonces resulta que el cliente busca otras cosas o, aunque el producto cumpla las especificaciones del diseño, no es aceptado por el mercado. En ese momento surge la necesidad de cambiar el sistema de gestión y nace la Gestión de la Calidad. El concepto de calidad se mide mediante el grado de satisfacción de las necesidades del cliente. Los objetivos, por lo tanto, serán satisfacer al cliente, mantener la calidad, reducción de los costos y mejorar la competitividad de la empresa.

Es entonces cuando aparece el Aseguramiento de la Calidad. El concepto básico de este Sistema de Calidad supone garantizar el nivel de calidad del producto, esto es, que el resultado de la actividad de la empresa sea el que se pretende y no una sorpresa. El punto débil de este sistema es que no contempla la mejora del producto, ni define sistemas para captar la voz del cliente. Para mejorar en estos aspectos aparece la mejora continua, herramienta utilizada de diferentes maneras en cada empresa según sus necesidades y métodos de trabajo. La mejora continua está basada en una serie de pequeñas mejoras que van haciendo avanzar poco a poco a la empresa en diferentes aspectos.

Las empresas más comprometidas en materia de calidad han comenzado recientemente a incorporar un sistema de gestión denominado Gestión de Calidad Total. Este proceso supone integrar el concepto de calidad en todas las fases del proceso y a todos los departamentos que tienen alguna influencia en la calidad final del proceso y/o servicio prestado al cliente.

Actualmente, los "gurús" de la calidad llegan aún más lejos. Taguchi define la calidad como el grado de pérdida para la sociedad. El objetivo, por lo tanto es buscar el método de producción que supone un coste mínimo para la sociedad. En este concepto entran otro tipo de consideraciones, como pueden ser las relaciones con el medio ambiente, la satisfacción de los trabajadores, etc.

Esto hace suponer que en un futuro el concepto de calidad se identifique con la satisfacción por el trabajo bien hecho. Los objetivos buscados pasarían a ser la satisfacción interna (empresa), la satisfacción externa (cliente y sociedad en general), y una alta competitividad en un mercado en el que la calidad se considerará como un derecho.

1.7.2 Evolución del concepto de calidad

La Calidad ha experimentado un profundo cambio hasta llegar al concepto de hoy en día conocido como Calidad Total: gestión empresarial que busca conseguir la satisfacción de los clientes, empleados, accionistas y de la sociedad en general. La evolución del concepto de Calidad ha sido muy dinámica. Esta evolución ha sido paralela a la evolución de los sistemas de producción, se ha ido acomodando a la evolución de la industria, principalmente en los países más desarrollados como Estando Unidos o Japón, siendo este último donde se inició la implantación en las empresas de la Calidad Total, su cultura, técnicas y herramientas.

En el contexto de las empresas industriales desde comienzos del siglo XX, se entendía Calidad como el grado en que un producto cumplía con las especificaciones técnicas que se habían establecido cuando fue diseñado. Posteriormente fue evolucionando, así, la norma UNE 66-001 lo define como la adecuación al uso del producto o, más detalladamente, el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas. Actualmente, definimos calidad como todas las formas a través de las cuales la empresa satisface las necesidades y expectativas de sus clientes, sus empleados, las entidades implicadas financieramente y toda la sociedad en general. Se puede observar que esta última definición engloba conceptualmente a la segunda y esta a su vez a la primera.

En paralelo con esta evolución han ido también progresando los mecanismos mediante los cuales las organizaciones han gestionado la calidad. Así inicialmente se hablaba de control de la calidad, departamento o función responsable de la inspección y ensayo de los productos para verificar su conformidad con las especificaciones. Estas inspecciones en un principio se realizaban masivamente en el producto acabado y más tarde se fueron aplicando durante el proceso de fabricación. En los años 50, en consonancia con el segundo concepto mencionado de la calidad, surgió el término “Quality Assurance” que se puede traducir como “garantía o aseguramiento de calidad” y que engloba al conjunto de actividades planificadas, necesario para dar confianza de que un producto o servicio va a satisfacer los requerimientos establecidos. Todo este ámbito, que se circunscribe en la ISO 9001:2000, ha pasado a denominarse actualmente Gestión de la Calidad. Posteriormente, con relación al tercer concepto descrito de la calidad, ha surgido la Calidad Total o Excelencia. La evolución que ha sufrido la calidad en el tiempo permite establecer cuatro enfoques básicos de su definición:

- Calidad es excelencia.
- Calidad es valor.
- Calidad es conformidad con las especificaciones.
- Calidad es igualar o exceder las expectativas de los clientes.

Hoy en día las empresas y organizaciones pueden estar en cualquiera de las distintas etapas anteriormente citadas. A continuación se describen las cuatro etapas fundamentales de la calidad.

Primera etapa de la Calidad: Inspección

La inspección es la acción de medir, examinar, ensayar, comparar con calibres una o más características de un producto o servicio y comparación con los requisitos especificados para establecer su conformidad y separar los productos aceptables de los no aceptables.

El control de la calidad por inspección está enraizado en los talleres de finales del siglo XIX y principios del XX, donde las labores de producción e inspección están separadas y son desarrolladas por personas distintas, siendo el inspector el responsable de calidad. Antes del siglo XX, la producción de bienes era llevada mayoritariamente de forma artesanal. El mismo operario realiza todas las operaciones, o gran parte de ellas, para fabricar un producto. El operario es capaz de realizar las distintas operaciones que se precisan para realizar todo el proceso de fabricación, y a medida que avanza en el proceso de montaje va inspeccionando los componentes ya montados. Es una inspección asociada a la producción y es una inspección no estandarizada.

En sus orígenes, la calidad era costosa porque consistía en rechazar todos los productos defectuosos si era posible, lo que representaba otro coste adicional. La calidad era responsabilidad exclusiva del departamento de inspección de calidad. Era la época en que el término calidad estaba asociado totalmente a la calidad del producto. Toda la atención estaba focalizada en la función de producción, en la fábrica, en el taller. El objetivo era que el producto cumpliera con unos requerimientos, unas especificaciones técnicas y evitar que llegara al mercado un defecto. Esta es la época que se ha conocido como “Etapas de control de la calidad por inspección”.

Con la Revolución Industrial los sistemas de fabricación dieron un giro: se pasó a producir piezas intercambiables que, posteriormente, eran ensambladas en una secuencia preestablecida de operaciones. Para minimizar los problemas del ensamble final, las piezas se diseñaban bajo unos patrones que garantizaban su uniformidad, y al final de la línea de producción se comprobaba si el artículo era conforme con el estándar preestablecido, dando lugar a la inspección. El trabajo se hace cada vez más repetitivo, y obviamente más monótono, pero se consiguen unas reducciones en coste significativas. Con esta especialización en todos los terrenos, aparecen también los especialistas en control de calidad. Aparecen especialistas en mantenimiento, la función del ingeniero industrial para diseñar máquinas especiales, ingenieros de planta para planificar la producción, equipos de limpieza y otros operarios y trabajadores auxiliares especializados. Así queda claramente separada la función de producción y la de inspección. El sistema lleva a que la gente de planta tiene como objetivo principal producir, mejorar índices de productividad. Lo importante por tanto es no parar la cadena. De esta forma se da prioridad a la producción por encima de la calidad.

Durante los primeros años del siglo XX se van definiendo las tareas del inspector y refinándose los métodos de inspección. Esta evolución va desde la mera observación visual de las tareas realizadas por los aprendices y oficiales por parte del maestro, hasta el establecimiento de herramientas de medida que permiten detectar si el producto cumple con

las especificaciones y características establecidas. La función de inspección consistía básicamente en examinar de cerca y de forma crítica el trabajo para comprobar su calidad y detectar los errores. Lo importante era que el producto cumpliera con los estándares establecidos porque se pensaba que el cliente juzgaba la calidad tomando como base la uniformidad, la cual era sólo posible si el fabricante se ceñía a esas especificaciones. Los sistemas primitivos de inspección no aportan ningún elemento de prevención ni ningún plan de mejora.

A medida que el volumen de producción va aumentando y se va extendiendo la producción en masa en todos los sectores industriales, la inspección masiva se hace cada vez más difícil y cara. En estos momentos, a principios de los años 30, un grupo de ingenieros de la Bell Telephone Laboratorios en USA desarrolla unas técnicas estadísticas para reducir el área de inspección.

Segunda etapa de la Calidad: Control Estadístico

Walter Shewhart, de la Bell Telephone, en 1931 estudia la manera de conseguir la mayor cantidad de información sobre la calidad de los productos a partir de la menor cantidad posible de datos de inspección, así como establecer un método de representación de los datos de forma que facilite la detección de anomalías. Aparece la preocupación por el mismo proceso de producción, por el estudio de los datos que permitan extraer conclusiones más allá de si esta pieza cumple o no con las especificaciones. Con las aportaciones de Shewhart, se podrá analizar cómo se comporta el proceso de producción.

Shewhart es el primero en reconocer que la variabilidad (diferencia entre piezas o producto idénticos) es consustancial a la producción industrial. Es algo intrínseco a los procesos productivos. Existe y se puede medir y controlar. Para ello, Shewhart desarrolla unas herramientas estadísticas, basadas en leyes de probabilidad. El objetivo inicial no es eliminar esa variabilidad, sino distinguir las fluctuaciones aceptables, que son pequeñas y no asignables a ninguna causa conocida, de aquellas variaciones que claramente indican la existencia de algún problema o anomalía. Una vez detectadas las anomalías “asignables” a una causa, se podrá analizar la causa y establecer alguna medida correctora.

El trabajo de Shewhart se centró en el desarrollo de técnicas estadísticas simples y métodos de representación gráfica que permitían ver cuando las fluctuaciones superaban un rango aceptable. Siguió otras investigaciones en técnicas de muestreo, para conocer el tamaño de muestra que aseguraba un buen conocimiento de la cantidad de defectos de todo el lote. Estos métodos se popularizaron durante la Segunda Guerra Mundial en Estados Unidos, donde fueron aplicados de manera masiva, permitiendo inspeccionar un gran número de piezas a través de muestras de tamaño relativamente pequeño. También durante la Segunda Guerra Mundial se extendió el uso de gráficos de control de medidas y de rangos de Shewhart, ya que era exigencia del ejército americano para sus proveedores. De esta manera las técnicas de Shewhart, denominadas “Control Estadístico de Procesos (SPC)”, se fueron extendiendo y popularizando.

Sin embargo, el proceso de control de la calidad basado en métodos estadísticos sigue siendo responsabilidad del departamento especializado. El proceso de detección de errores y corrección sigue siendo reactivo. No se proponen actividades de prevención. En la época en la que se generaliza este tipo de instrumentos del control de la calidad, la dirección todavía

no confía en los trabajadores de planta para que lleven a cabo el muestreo y las tareas de control de la calidad.

Es evidente que la era del control de la calidad a través de estas técnicas estadísticas es un avance significativo respecto a la era de la inspección: económicamente es más eficiente. Sin embargo adolece todavía de los problemas del enfoque precedente: es rígido y mecánico, no es preventivo, y se limita a las funciones productivas, no implicando al resto de la organización. El SPC se diferencia de la era anterior basada en la inspección, en el enfoque. Ahora se estudia el propio proceso de fabricación: su variabilidad. Antes, la atención se centraba en el mismo producto.

Hasta finales de los cincuenta no hay innovaciones importantes. Son unos años en los que domina la demanda en la economía norteamericana; se vende todo lo que se produce. El muestreo se convierte en una tarea de final de la línea de producción, ya que prima la producción por encima de la calidad. Las empresas estaban mucho más preocupadas por aumentar la producción, para satisfacer la demanda, que en la calidad de lo producido. Esto y la incorrecta aplicación del SPC provocaron que se volviera a la idea de producir cuanto más mejor e inspeccionar al final para separar lo bueno de lo malo.

Tercera etapa de la Calidad: Aseguramiento

El aseguramiento de la calidad es el conjunto de acciones, planificadas y sistemáticas, que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio va a satisfacer los requisitos dados sobre la calidad.

Los nuevos sistemas de calidad, además del control en la fabricación, incluyen el desarrollo de nuevos productos o el servicio al cliente. Aunque el control estadístico del proceso siguió siendo una forma de prevenir defectos, a partir de los años cincuenta aparecieron nuevos elementos que dieron un giro al control de la calidad: los costes de calidad, el control total de la calidad, la ingeniería de fiabilidad y los cero defectos.

El paso a esta nueva etapa se produce cuando se admite que el control estadístico de la calidad también tiene implicaciones en la administración de la empresa y no exclusivamente para el departamento de producción. Una vez que el control de la variación de los procesos se realice de modo efectivo, los especialistas enfocarán sus esfuerzos hacia el diseño de métodos de trabajo que permitan evitar errores antes de que ocurran. Así surgen los enfoques de aseguramiento de la calidad.

Aquí destaca la familia de normas ISO 9000 de 1994. De hecho, en aquella versión se anunciaba en el mismo título que era una normativa para el aseguramiento de la calidad. En la versión del 2000 se quitó el término “aseguramiento de la calidad” y el título fue “UNE-EN ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos”. En la última versión se define el término “aseguramiento de la calidad” como “parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad” (ISO 9000:2008. UNE-EN ISO 9000: Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario”, AENOR). Así, el aseguramiento de la calidad es el desarrollo de un sistema interno que con el tiempo genera datos que indicarán que el producto o servicio ha sido fabricado según las especificaciones y que cualquier error ha sido detectado y borrado del sistema. El

aseguramiento de la calidad necesita de auditorías para evidenciar la integridad del sistema de producción a través de inspecciones independientes.

El diseño de los productos, su fiabilidad y rendimiento, pasarán a ser en estos años factores clave de competitividad. Se exige el trabajo coordinado de todos los departamentos que intervienen en el diseño, fabricación, instalación y mantenimiento del producto.

En términos de Garvin (1988), el aseguramiento de la calidad vio una vía de evolución que llevó a la calidad desde una perspectiva estrecha, totalmente en manos de los especialistas, a otra mucho más amplia, que incluía una gestión mucho más extensa. Ya no era eficaz la diferenciación y la especialización de los trabajos. Ahora era necesario un mayor conocimiento de las implicaciones de calidad en toda la fuerza trabajadora, en la dirección y, por supuesto, en el cliente. La calidad comenzó a convertirse en algo más que una preocupación del especialista. Las mejoras en la calidad no podrían tener lugar sin el compromiso de los trabajadores de la planta. La implicación de todos los departamentos de la empresa en la función calidad es una de las mayores aportaciones de esta era. Otra aportación de esta era de la calidad es el enfoque hacia la prevención. Lo importante es encontrar las raíces del problema y corregirlas, buscando soluciones y estandarizando estas soluciones para evitar que vuelvan a producirse. Eso se logra dirigiendo los esfuerzos de la organización hacia la planificación de procedimientos de trabajo, así como hacia el diseño de productos que prevengan errores desde su diseño.

J. Juran publicó en 1951 el libro *Manual de la calidad*, en el que planteó el estudio de los costes de calidad y de los ahorros que se podían conseguir si se actuaba adecuadamente. Consideraba que algunos costes de producción, como los de prevención y otros de control de calidad, eran inevitables, pero los costes relacionados con los productos defectuosos, como el material de desecho, las horas invertidas en reparaciones, el re-trabajo, el tiempo para atender reclamaciones o la pérdida de clientes insatisfechos, se podían evitar. Suprimiendo todos estos costes e invirtiendo en el mejoramiento de la calidad se conseguirían ahorros sustanciales.

Armand Feigenbaum fue el primero en proponer el concepto de Control Total de la Calidad (TQC). Su idea era que no se podían fabricar productos de alta calidad si el departamento de producción trabajaba de forma aislada. Para que el control de calidad fuera efectivo, este control debía comenzar con el diseño del producto y terminar cuando éste estuviera en manos de un cliente satisfecho. Para ello proponía tres etapas básicas: control del nuevo diseño, control del material que se recibe y, por último, control a pie de máquina. En estas etapas deberían participar varios departamentos a través de grupos interfuncionales de trabajo, pues, según este autor, la calidad debía ser trabajo de todos y de cada uno de los que intervinieran en cada etapa del proceso.

Entre estos planteamientos de Juran y Feigenbaum había una serie de coincidencias. Ambos consideraban muy importante medir los costes de calidad y opinaban que era necesario un nuevo tipo de profesional de la calidad que no se limitara a utilizar las tradicionales técnicas de inspección y medición. Estos expertos debían encargarse de la planificación de la calidad o de la medición de la calidad, para lo cual no bastaría con tener conocimientos estadísticos. En esta etapa, junto con los planteamientos de Juran y Feigenbaum, se desarrollaron otros argumentos basados en la probabilidad y en la estadística: la ingeniería de fiabilidad, que pretendía una gran garantía del desempeño

aceptable de los productos. Esta corriente tuvo sus orígenes en las exigencias de fiabilidad de los equipos electrónicos del Departamento de Defensa. La fiabilidad, junto con las modernas técnicas de la teoría de la probabilidad, condujeron a establecer relaciones entre los ratios de fallos y el tiempo que permitieron diseñar programas para comprobar las situaciones extremas o estimar los niveles de fiabilidad en producciones a gran escala. Como un primer paso para mejorar la fiabilidad y disminuir los ratios de fallos, esta disciplina utilizó técnicas de predicción como el análisis modal de fallos y efectos o la retroalimentación procedente de informes sobre el número de fallos de los productos actuales.

El último de los conceptos de esta etapa, el cero defectos, se centró en las expectativas de los directivos y en las relaciones humanas. Surgió en una empresa de armamento de los Estados Unidos que alcanzó su objetivo de producir misiles sin ningún defecto. Según sus directivos, la razón por la cual no había perfección era simplemente porque la misma no había sido esperada; por tanto, cuando la dirección exigió perfección esta se produjo. Los programas de cero defectos se basaron en la idea de hacer ver entre los trabajadores que las tareas se podían hacer bien a la primera, lo cual requería motivación, entrenamiento o el desarrollo de técnicas para la resolución de problemas.

Cuarta etapa de la Calidad: Calidad Total

La Calidad Total es una sistemática de gestión a través de la cual la empresa satisface las necesidades y expectativas de sus clientes, de sus empleados, de los accionistas y de toda la sociedad en general, utilizando los recursos de que dispone: personas, materiales, tecnología, sistemas productivos, etc.

En esta etapa, aunque se siguen utilizando los métodos y prácticas de la etapa anterior, se producen importantes cambios en los planteamientos: la calidad pasa a ser de interés para la alta dirección, se la relaciona con la rentabilidad, se la define desde el punto de vista del cliente y se la incluye dentro del proceso de planificación estratégica. Es más, para algunos es un factor clave de competitividad. Este cambio de actitud es consecuencia de diversas fuerzas externas, entre las que destaca la fuerte competencia japonesa.

A partir de los años sesenta la calidad, precio y fiabilidad de los productos japoneses en los mercados internacionales empezaron a ser una amenaza para las empresas estadounidenses. Con la crisis del petróleo se puso de manifiesto la distancia existente entre ambas industrias. Al principio la debilidad de la industria americana frente a su competencia japonesa se trató de explicar por causas ajenas a la empresa (cultura, sindicatos de empresa, empleo, etc.), pero tales argumentos no siempre fueron válidos. El interés competitivo de los directivos occidentales les llevó a buscar nuevos argumentos y encontraron que aunque nada era nuevo (las herramientas y técnicas habían sido previamente importadas por Japón desde Occidente), eran diferentes algunos aspectos tales como su utilización más uniforme, más colaboración entre departamentos, énfasis en el cliente, etc. Estas experiencias llevaron a un importante cambio en la forma de concebir la calidad, pues no bastaba una producción sin defectos o con un control estadístico, sino que la calidad pasó a ser definida desde la perspectiva del cliente. Esto implicó la necesidad de estudios de mercado para comparar la calidad con otros competidores o considerar la vida del producto más allá del momento de su venta. La gestión estratégica de la calidad utiliza métodos y herramientas de las etapas anteriores, pero, a diferencia de ellas, tiene una relación más estrecha con la rentabilidad de la empresa, es más sensible a los aspectos competitivos, considera la perspectiva del cliente

y defiende la mejora continua de los procesos. La gestión estratégica puede mejorar la competitividad de las empresas porque la alta dirección la considera el punto de partida para planificar de forma estratégica toda la actividad de la empresa, de tal forma que al cliente se le entregan productos que responden a sus necesidades y con una calidad superior a la de sus competidores. La gestión de la calidad ha ido evolucionando hacia una visión cada vez más global, más orientada hacia los aspectos humanos y hacia la mejora de los procesos de dirección de las organizaciones. La evolución hacia este nuevo enfoque es consecuencia de los retos a los que tiene que enfrentarse las empresas en los mercados actuales. Estos pueden sintetizarse en los siguientes puntos:

1. Globalización de los mercados, que ha supuesto un aumento de la competencia al añadir a ésta la dimensión internacional, con una amplitud no conocida anteriormente.
2. Clientes exigentes, con expectativas y necesidades cambiantes y cada vez más elevadas.
3. Aceleración del cambio tecnológico, que implica ciclo de vida el producto cada vez más cortos.
4. Éxito de las forma pioneras más globales y participativas de gestión de la calidad.

Para hacer frente a estas nuevas exigencias no es suficiente con los enfoques de calidad precedentes. Es necesario un sistema de gestión de la calidad orientada en su totalidad al mercado; una orientación, que además, ha de tener carácter multidimensional y ha de ser dinámica. El carácter multidimensional viene dado por la necesidad de competir en un sector industrial globalizado en diseño, precio, calidad, capacidad de distribución, imagen, etc. La orientación dinámica en los nuevos sistemas de gestión de calidad es necesaria ya que todas las variantes que configuran la competitividad están sometidas a cambios frecuentes.

Las diferencias más importantes entre los enfoques anteriores y la gestión de la calidad total son:

1. La orientación al cliente, que está relacionada con las condiciones de los mercados actuales.
2. El liderazgo en la dirección, como requisito indispensable para implantar el sistema de Gestión de la Calidad Total.
3. El establecimiento de formas de dirección, diseño de la organización y políticas de recursos humanos, que propicien la participación, el compromiso y la cooperación.
4. La aplicación de un enfoque global de dirección.

1.7.3 Beneficios de la calidad

Hoy en día la calidad aporta muchos beneficios a una empresa, de hecho, es una parte muy importante dentro de ella, ya que proporciona una ventaja competitiva respecto a otros fabricantes, posibilitando de este modo la permanencia en el mercado. Los beneficios más significativos son:

- Calidad y ahorro: la mejora de la calidad irá unida a un aumento en los costes de la empresa, sin embargo, la relación entre calidad y coste es distinta en función de cómo

se definan las variables. Existen dos puntos de vista:

- Si la definición de calidad es la basada en el producto (cantidad de algún ingrediente o atributo de dicho producto), existe una relación positiva entre las empresas.
 - Si la calidad se define como conformidad con las especificaciones (ausencia de fallos), la relación es negativa. Los costes de mejorar de la calidad serán inferiores a los ahorros generados.
- Calidad y productividad: tradicionalmente se opinaba que calidad y productividad eran incompatibles, porque si se perseguía la calidad bajaba la producción, y si se perseguía la productividad la calidad se resentía. Sin embargo, los criterios modernos de gestión de la calidad apuntan que es la falta de calidad lo que origina una baja productividad. Cualquier mejora de la calidad (disminución de unidades defectuosas), supone un incremento de las unidades sin defectos, por lo que aumenta el ratio que mide la productividad. A su vez, la necesidad de recursos es menor por lo que, igualmente, mejora la productividad.
 - Calidad y rentabilidad: entre calidad y rentabilidad existe igualmente una correlación positiva que puede estudiarse a través de dos vías: el mercado y los costes. En el primer caso, si la empresa mejora la calidad, normalmente también lo hace la reputación de la empresa y, en consecuencia, la satisfacción y la lealtad de los clientes. Ante esto se producen dos efectos:

1. Aumentan las ventas y, por tanto, la cuota de mercado.
2. La empresa puede incrementar sus precios y mejorar sus ingresos.

Si la empresa logra unos mayores ingresos y, por otro lado, disminuye los costes, mejora sus beneficios y su rentabilidad. En el segundo caso la rentabilidad se incrementa por la mejora de la fiabilidad y la conformidad de los productos, dado que la productividad es mayor, disminuyen los costes de re-trabajos y desechos y disminuyen los costes derivados de garantías e indemnizaciones.

• Otros efectos:

- Mejora de la imagen comercial y el marketing del producto: una estrategia basada en la calidad promueve la venta. En la medida en que los clientes se sienten satisfechos con el nivel de calidad recibido se generan unos beneficios adicionales derivados de la publicidad que realizan a los clientes.
- Facilita la adopción de nuevos sistemas de producción: con un bajo porcentaje de defectos, la empresa puede plantearse la automatización de sus procesos con las garantías necesarias para conseguir una alta productividad y una mayor flexibilidad.
- Aumenta la motivación, la involucración y la satisfacción de los empleados: los empleados encuentran más argumentos para sentirse satisfechos en el trabajo y seguir mejorando en el mismo.

Por tanto, podemos concluir que la Calidad es una de las inversiones más rentables para una empresa si se compara la cuantía de dicha inversión (tiempo, recursos humanos...) con los beneficios que genera.

1.7.4 Calidad total

La calidad total es una estrategia global de gestión de toda la organización, que busca conseguir la satisfacción de los clientes, empleados, accionistas y sociedad. Este modelo engloba tres aspectos importantes como son la calidad en el diseño, la calidad en fabricación y la calidad de la vida de los trabajadores.

Objetivos

a) Comerciales:

- Conocer y satisfacer los requisitos de todos los clientes.
- Responder satisfactoriamente a sus expectativas.
- Lograr mantenerlo como cliente y atraer a otros nuevos.
- Mejora continua de la imagen de la empresa.
- Aumentar la implantación de la empresa en el mercado.

b) Económicos:

- Disminuir los costes.
- Aumentar la competitividad.
- Garantizar el futuro.
- Aumentar los beneficios.

c) Técnicos:

- Lograr controlar y mejorar los procesos.
- Apostar por la prevención y la mejora continua.
- Optimizar los procesos e implantar innovaciones.
- Investigación e incorporación de nuevas tecnologías.
- Uso masivo de diversas técnicas y herramientas de calidad.
- Evaluación.

d) Humanos:

- Aumentar y canalizar la información y la formación.
- Cambiar la cultura y el modo de hacer las cosas.
- Potenciar las iniciativas y la responsabilidad de todos los empleados.
- Lograr la participación e implicación de todos los departamentos.
- Puesta en práctica de forma conjunta.

Calidad de diseño

La calidad de diseño es la adecuación del producto y/o servicio a las necesidades y requerimientos del consumidor. Es una planeación a conciencia del producto y/o servicio que se va a ofrecer a la comunidad. Deberán tenerse en cuenta 5 puntos claves para que se dé dicha calidad de diseño:

- Segmentar el mercado para identificar el nicho o nichos de mercado al que habremos de dirigirnos.
- Realizar la adecuada y completa investigación de mercado para cada nicho al que nos dirigiremos.
- Adecuar el producto o servicio de acuerdo a las necesidades, gustos y preferencias detectadas en la investigación de mercado.
- Definir los métodos de producción a utilizar.
- Equipar a la organización con los elementos necesarios para la producción del producto o servicio, así como los cursos de capacitación para el personal.

Calidad de fabricación

Hay que conseguir una adecuación de la empresa haciéndola mucho más flexible y operando con recursos mínimos para la manufactura, logrando ventajas competitivas en rapidez de respuesta y costos reducidos, con lo que se satisface al cliente. Ayuda a eliminar las actividades que no añaden valor. Es un poderoso enfoque de gestión orientado a conseguir a largo plazo un modelo superior de fabricación.

Calidad de vida del trabajador

Hay que darles a los trabajadores de todos los niveles un clima organizacional óptimo, ya que de eso depende el trabajo realizado. Para que se dé un agradable clima organizacional, debe de contarse con un líder que asesore a los trabajadores, pero debe tenerse muchísimo cuidado de que este líder no se convierta en un capataz que ordene y haga sentir a los trabajadores que no se les tiene confianza, ya que esto afectará en el nivel de desempeño de los trabajadores puesto que sentirán limitada su capacidad para tomar decisiones y hasta pueden perder el gusto y la entrega por su trabajo.

Principios fundamentales

- Orientación hacia los resultados: el éxito continuado depende del equilibrio y la satisfacción de las expectativas de todos los grupos de interés que de una forma u otra participan en la organización: clientes, proveedores, empleados, todos los que tienen intereses económicos en la organización y la sociedad en general. La dirección debe satisfacer equilibradamente las necesidades de estos grupos e interés.

- Orientación al cliente: el modelo de Calidad Total-Excelencia hace trabajar a toda la organización en la búsqueda de la satisfacción del cliente. Este enfoque hacia el cliente trae consigo una serie de ventajas:

- Ganar su confianza y fidelidad.
- Protección contra la competencia.
- Adaptación a los cambios de las necesidades del consumidor.
- Capacidad para retomar posiciones de mercado perdidos.
- Rentabilidad a largo plazo.

La satisfacción del cliente depende del valor percibido en el producto o servicio con respecto a las expectativas que tenía. El lograr una mayor satisfacción del cliente podrá conseguirse bien mejorando el producto o servicio prestado o bien generando expectativas más realistas. Sin embargo, la satisfacción del cliente no es estática sino dinámica: evoluciona a lo largo del tiempo por diversas causas. Para ello, hay que seguir varias pautas:

- Identificar al cliente. Es necesario saber quién es nuestro cliente para poder conocer cuáles son sus necesidades y exigencias.
- Definir sus necesidades. Hay que prestar atención a lo que el cliente necesita, escucharle y prestar atención a sus solicitudes. Hay que conseguir la mayor información posible en este punto.
- Trasladar los requisitos del cliente a especificaciones del producto. El producto diseñado debe cumplir con los requisitos del cliente, que cumpla con lo que el cliente espera y desea e incluso los supere.
- Fabricar el producto conforme a las especificaciones.
- Medir la satisfacción del cliente. Hay que utilizar indicadores y actuar sobre los resultados obtenidos, buscando de ese modo la mejora continua.

Es importante por tanto, que la organización recoja información de los clientes: sus necesidades y el grado en que han conseguido satisfacerlas.

- Liderazgo: el papel de la dirección en el proceso hacia la Calidad Total-Excelencia es el de lograr que esta estrategia de gestión se despliegue por toda la organización, asumiendo el liderazgo del proyecto para conseguir que se integre en la cultura de la organización. Esta cultura debe transmitirse de arriba a abajo, siendo el primer requisito necesario que la dirección demuestre en sus propias actuaciones su compromiso con la Calidad Total-Excelencia. Además, los directivos y demás líderes de la organización deberán ser facilitadores de todos los medios necesarios: comunicación, formación, fondos, tiempo, apoyo, etc.

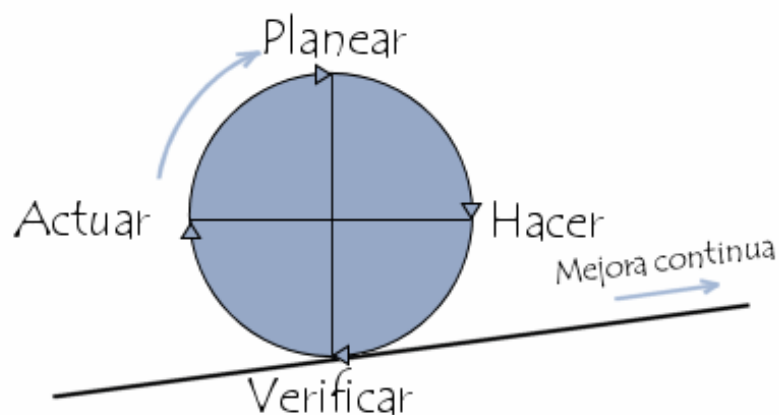
- Enfoque orientado a procesos: la organización es un conjunto de procesos que generan productos o servicios. Estos procesos son normalmente inter departamentales o inter funcionales. La tradicional gestión de la organización por funciones o departamento se debe completar con la gestión por procesos para adaptarse mejor a las necesidades de los clientes y por lo tanto, mejorar de la competitividad de la organización. La gestión por procesos consta de los siguientes pasos:

- Identificar los procesos fundamentales de la organización (Estratégicos, Operativos y de Apoyo).
- Organizar los procesos.
- Nombrar los responsables o propietarios de los procesos y los equipos de mejora.
- Revisar los procesos.
- Establecer acciones y objetivos de mejora sobre estos procesos.

La gestión de estos procesos se basa en los hechos, la medición y la información.

- Desarrollo e implicación de las personas: es responsabilidad de la dirección de las organizaciones el pleno desarrollo del potencial de las personas que trabajan en ella, así como involucrarles y hacerles partícipes del proyecto de la misma. Para lograrlo deberá llevar a cabo diversas iniciativas estableciendo o reforzando los mecanismos de comunicación y participación.

- Mejora continua: Shewhart definió la mejora continua como un ciclo de cuatro fases PDCA (Plan-Do-Check-Act). Si se es capaz de aplicar este ciclo a todas las actividades de la organización, los resultados en poco tiempo se verían mejorados de forma sustancial. Hay que buscar continuamente la satisfacción del cliente, la mejora continua de las actividades y los resultados. Para ello hay que definir los objetivos y luego las acciones para conseguirlos.



La dirección debe establecer la forma de actuar y la organización de la empresa. Debe tener claro los factores de éxito, los problemas, las operaciones de mejora, los recursos y acciones que se van a realizar. Conviene crear una imagen de qué se desea para los próximos cinco, diez o quince años. Se define la política de calidad, se implementa y se audita periódicamente. Es necesario tener proyectos de mejora. Estos pueden venir de varias fuentes: clientes, trabajadores, auditorías, sugerencias, círculos de calidad, análisis de valor, revisiones de diseño, etc.

Para los proyectos y la mejora continua en general se usa el ciclo PDCA. Se establece una jerarquía de las soluciones, se priorizan y se definen las acciones correspondientes. Se evalúan los logros, se comparan con los objetivos y se vuelve a empezar.

- Enfoque del sistema para la Gestión: un sistema de gestión de la calidad pretende, además de asegurar la calidad del producto, asegurar y aumentar la satisfacción del cliente, para alcanzar los objetivos marcados. Para que una actividad proporcione unos resultados favorables es fundamental una buena gestión, sin ella los objetivos y metas marcados son mucho más difíciles de lograr, e incluso aunque se consigan, los resultados obtenidos siempre serán mejores si existe una buena gestión y una adecuada organización en todos los ámbitos de la empresa, tales como suministro de materiales, capital, instalaciones o recursos humanos.

Una organización está formada por gran cantidad de recursos de todo tipo, los cuales es preciso optimizar para garantizar la eficacia del sistema, de modo que no se produzca ningún gasto innecesario y se alcancen los objetivos previstos.

- Relación con los proveedores: una buena relación de una empresa con sus suministradores es fundamental, supone que ambas partes puedan aumentar sus beneficios, optimizar sus costes y sus recursos, y además, a través de un buen acuerdo, pueden responder conjuntamente de una forma más rápida y flexible a las necesidades de un mercado cambiante y las exigencias de los clientes. Las relaciones entre empresas y proveedores han experimentado múltiples cambios en los últimos años, debido fundamentalmente a la evolución existente en el mercado que hace que cada uno tenga que ser el mejor en su actividad si quiere ser competitivo.

Las relaciones de asociación con proveedores están basadas en la confianza y en una integración adecuada pactando y satisfaciendo sus requerimientos legítimos para, generar con ello mejoras de valor añadido a los clientes.

- Obstáculos a la Calidad Total:

a) La dirección:

- Falta de compromiso.
- Incapacidad de liderazgo.
- Falta de prevención y dificultad de resolver obstáculos.
- Frenos a la participación y a escuchar sugerencias.
- Rechazo a la delegación de tareas y responsabilidades.
- Falta de canales de información.
- Existencia de clanes o grupos de presión.
- Falta de recursos materiales y/o mandos.

b) La organización:

- Empirismo de los expertos.
- Preocupación por la cantidad en detrimento de la calidad.
- Sistemas demasiado centralizados, burocratizados y rígidos.
- Carencias de poder del asesor o responsable de calidad.
- Mal funcionamiento de los grupos o comités de calidad.
- Una organización muy compartimentada y apartada.
- Repetición del tratamiento de problemas por varios grupos.

c) El personal:

- Resistencia al cambio.
- Falta de formación o motivación.
- Desconocimiento de lo que supone el cambio cultural producido.
- Miedos y recelos, sobre todo de los mandos.
- Hábitos y tareas rutinarias.
- Problemas para trabajar en equipo.
- Dificultades para expresarse y aportar ideas.
- Carencia de información y responsabilidades.

d) La táctica y la estrategia:

- Carencia de comunicación y formación.
- Problema de tipo financiero.
- Dificultades de comprensión y transmisión de los objetivos.
- Entender la Calidad Total como una moda.
- Riesgo de realizar mal el proceso de implantación.
- Peligro de contrapartidas en vez de asunción del proyecto.
- Centrarse demasiado en la documentación

1.7.5 Modelos de gestión de la calidad total

Un mejoramiento de la calidad implica aumentar los niveles de productividad y consecuentemente reducir los costos de producción, pero también los costos generales de la empresa, aumentando la competitividad tanto por la mayor calidad, como por los menores costos. La empresa tiene así la posibilidad de ofrecer productos de alto valor (mayor calidad a menores precios) o bien ganar mediante precios “premium” resultantes de un alto nivel de calidad y diseño.

Cuando de calidad se trata, ya no sólo es una cuestión de cumplir con la calidad de los procesos, también la calidad de atención a los clientes, la calidad del ambiente de trabajo, la calidad del medio ambiente, la seguridad de trabajadores, usuarios y comunidad en su conjunto. Así pues, calidad total es algo que lo abarca todo, tanto en procesos como en áreas y sectores. Calidad total implica un compromiso ético con la excelencia, lo cual significa un fervor por la mejora continua de los productos y procesos.

Se define:

- Calidad Total: una filosofía en la que se busca la excelencia en los resultados de las organizaciones.
- EFQM: (European Foundation for Quality Model) es una organización que se ha dedicado a hacer tangibles los principios de la calidad total para que sean aplicables a las organizaciones. Para ello ha desarrollado un modelo de gestión de la Calidad Total o Excelencia.

- ISO 9000: Es una normativa desarrollada por la ISO (International Standard Organization) para el aseguramiento de los sistemas de calidad de las organizaciones.
- Método Malcolm Baldrige: es un método basado en un sistema de liderazgo, planificación estratégica y enfoque hacia el cliente y el mercado.
- Modelo del Premio Deming: tiene como misión crear un sistema organizativo que fomente la cooperación y un aprendizaje que facilite la implementación de prácticas de gestión de procesos.

Entre todos los conceptos existen principios que los relacionan. El modelo de la EFQM es un modelo desarrollado para hacer prácticos los principios de la calidad total, por tanto, ayuda a desarrollar los conceptos de la Calidad Total. Es un modelo compuesto de criterios y subcriterios que son evaluados en la organización para obtener sus puntos fuertes y débiles y definir planes de acción consecuentes. Se emplea para la evaluación de las organizaciones, llegando a conocer cuál es su estado respecto al ideal de excelencia así como las oportunidades de mejora.

La norma ISO 9000 puede y suele ser una parte del Modelo de Excelencia Empresarial de la EFQM. En esta norma se especifican una serie de requisitos que debe cumplir una organización. La principal ventaja de los sistemas de gestión de la calidad según la norma ISO 9000 es que sirve para demostrar a terceros la calidad del sistema con las correspondientes ventajas comerciales que ello conlleva.

El Método Malcolm Baldrige tiene el mismo objetivo que el modelo de la EFQM, es decir, el de establecer un conjunto de criterios para evaluar la calidad y la excelencia organizacional. Se fundamenta en el liderazgo del cliente y el apoyo a la organización, en la medición de índices y parámetros y en el benchmarking como forma de mantener la ventaja competitiva de la organización.

El Modelo del Premio Deming basa su enfoque en el control estadístico, en la resolución de problemas y en el perfeccionamiento o mejora continua. Su perfil es más técnico que el del resto de modelos.

Las similitudes más significativas entre modelos son:

- Todos han sido creados para la mejora de resultados empresariales.
- Todos están relacionados con la calidad, aunque a distintos niveles y con distintos significados del concepto.
- Todos sirven de autoevaluación, bien para incorporar mejoras, bien para comprobar el funcionamiento y rendimiento organizativo.

Las diferencias más destacables entre modelos son:

- La Calidad Total es una filosofía.
- El modelo EFQM es un modelo de Calidad Total.

- La norma ISO 9000 pretende gestionar y asegurar la calidad de los sistemas.
- La estructura de cada modelo es diferente, por tanto el número de criterios y subcriterios también.
- El Modelo del Premio Deming tiene un perfil más técnico, mientras el resto poseen un perfil más ético ya que están enfocados hacia la dirección de la calidad por parte de los empresarios.

1.7.6 La norma ISO 9001:2008

La empresa tiene que definir el alcance de su sistema de gestión de la calidad. Debe definir a qué productos y actividades se aplica. La norma ISO 9001:2008 es aplicable a cualquier organización, independientemente del tipo, tamaño o producto suministrado. Son los requisitos mínimos que debe cumplir un Sistema de Gestión de la Calidad. Sirve para su aplicación interna, certificación y para fines contractuales. Es una guía para la Gestión de la Calidad y describe los requerimientos generales para garantizar la calidad. Se basa en 8 principios para la gestión de la calidad total:

- Enfoque del cliente: se obtiene como resultado el cumplimiento de los requerimientos del cliente y el hecho de esforzarse por excederlos, así como conseguir su satisfacción. La organización depende de lo que el cliente quiere por lo que hay que entender las necesidades para poder satisfacer sus requerimientos y superar las expectativas.
- Liderazgo: se basa en crear un ambiente de trabajo interno en el que todos están involucrados e impulsados por la alta dirección en la consecución de los objetivos. La dirección se tiene que implicar, liderar, establecer objetivos, que exista un buen ambiente de trabajo. La dirección se encarga de motivar, impulsar, dar recursos y apoyar al Sistema de Gestión de la Calidad. Tienen que existir líderes, pero no solo en la dirección sino también a nivel de los operarios.
- Participación del personal: calidad es la esencia de la organización, en la que todos los empleados deben de tomar conciencia de que son parte del Sistema y que su labor es parte esencial del aseguramiento de la calidad. El personal es el activo más valioso, lo que diferencia. Las personas son el eje principal de la organización y se deben usar sus habilidades y capacidades con efectividad para el beneficio de la organización. Debe existir cooperación y participación. Es importante que colaboren en el diseño del puesto de trabajo, en la formación de los compañeros, planificación de horarios, sugerencias, grupos de mejora...
- Enfoque basado en los procesos: se gestionan recursos y actividades para obtener los resultados deseados para obtener una mayor eficiencia. Hay procesos organizativos: compra, aprovisionamiento, devoluciones, contabilidad, producción... Hay que identificar los procesos clave en la empresa que afectan a varias funciones y hacer de ellos el objeto de nuestra actividad y mejora.

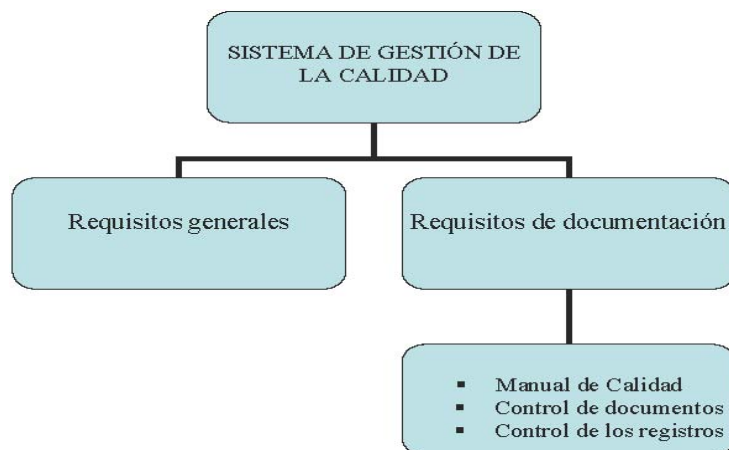
- Enfoque del sistema para la gestión: lleva a la mejora de la eficiencia y la eficacia por medio de la identificación, la comprensión y la gestión por procesos interrelacionados para alcanzar unos objetivos determinados.
- Mejora continua: es el objetivo permanente de la organización. Según la norma ISO 9001:2008, la mejora de la calidad es una “actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos”. Siempre se puede mejorar, aunque en unos casos más que otros o con mayores costes.
- Enfoque basado en los hechos para tomar decisiones: está basado en analizar los datos y la información que se obtiene del sistema para tomar las decisiones oportunas. Las decisiones siempre se van a basar en esta información con una visión objetiva, con sentido común, ponderación y equilibrio.
- Relaciones mutuamente beneficiosas para el proveedor: es fundamental la relación entre proveedor-cliente y la comprensión de su interdependencia ya que los unos dependen de los otros. La relación de beneficio mutua aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Son cuatro los documentos exigidos por las normas ISO 9000:

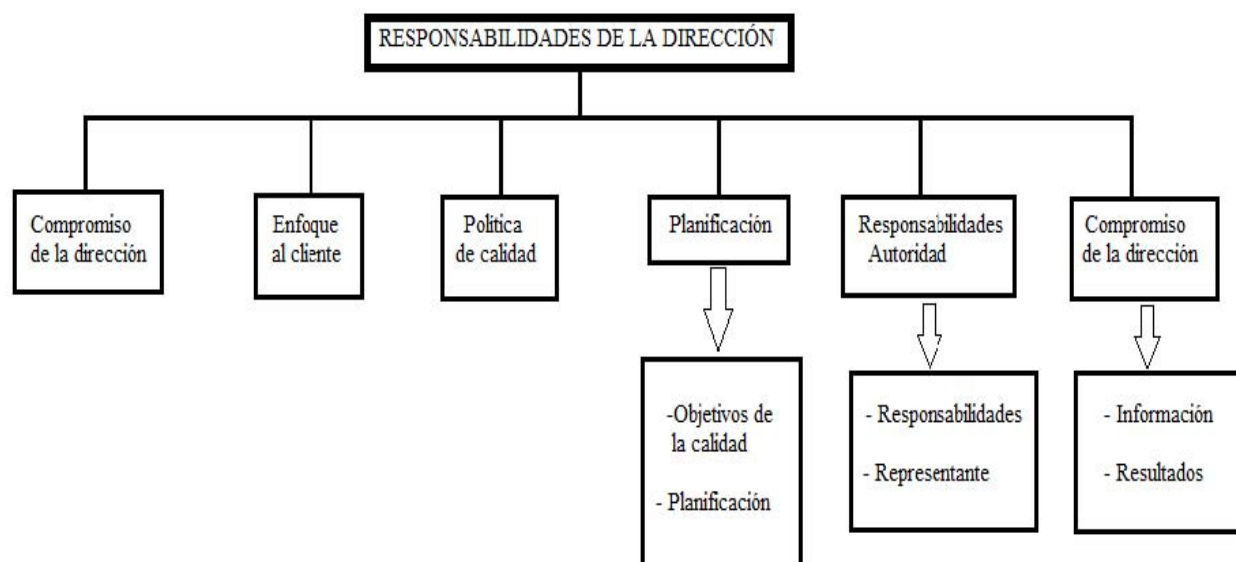
- Manual de calidad: Es la referencia que sirve para conocer el sistema, describe el Sistema de Calidad.
- Procedimientos: Describen las responsabilidades y autoridades de los distintos departamentos o áreas.
- Instrucciones de trabajo: Explica cómo se deben realizar las distintas actividades.
- Registros: Son el reflejo de que los principios y actividades se han implantado tal y como se han definido en el manual de calidad.

La norma está compuesta por 8 secciones (cada sección está a su vez dividida en diferentes puntos que se dividen en más apartados. Las últimas cinco secciones son las principales):

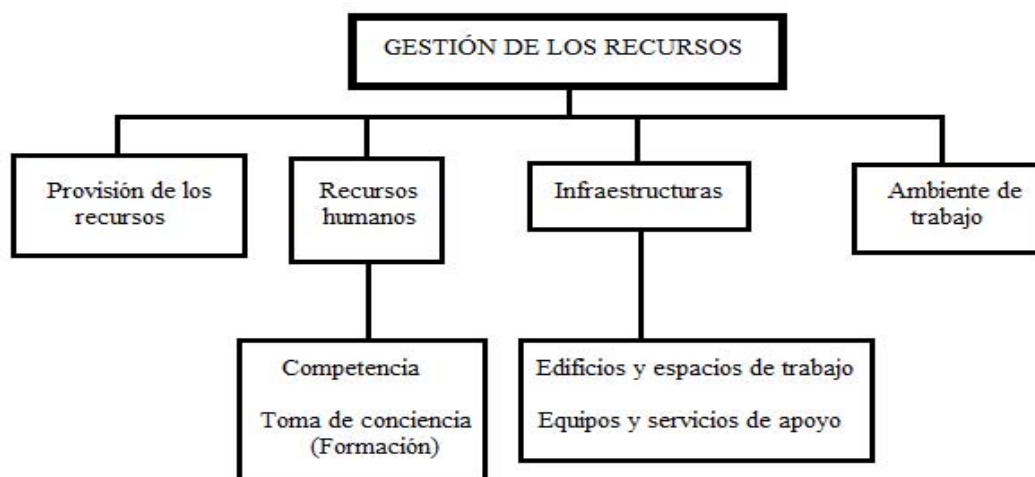
- Objeto y campo de aplicación.
- Normas para consulta.
- Términos y definiciones.
- Sistema de Gestión de la Calidad:



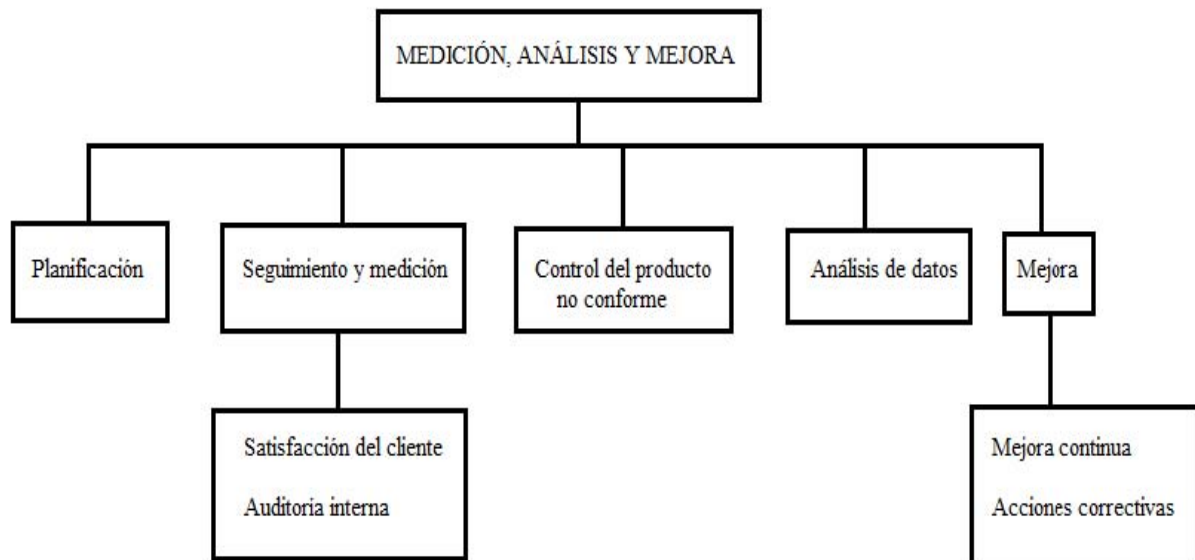
• Responsabilidad de la dirección:



• Gestión de los recursos:



- Realización del producto.
- Medición, análisis y mejora:



1.7.7 El modelo EFQM

El Modelo EFQM es un modelo no normativo, cuyo concepto fundamental es la autoevaluación (en departamentos, áreas, servicios, unidades...) basada en un análisis detallado del funcionamiento del sistema de gestión de la organización usando como guía los criterios del modelo. Este modelo surgió para obtener en Europa una ventaja competitiva mediante la Calidad Total. En septiembre de 1988, 14 empresas importantes de Europa crearon la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (European Foundation for Quality Management, E.F.Q.M.). El uso de este modelo no supone una contraposición con otros enfoques (como por ejemplo las normas ISO), sino que sirve como esquema de gestión. Su misión es:

- Apoyar a las empresas para convertir la calidad en un elemento de ventaja competitiva.
- Estimular y ayudar a los estamentos de Europa Occidental a participar en actividades para mejorar y promover la calidad.

“La satisfacción del cliente, la satisfacción de los empleados y el impacto en la sociedad se consiguen mediante el liderazgo, la política y estrategia, gestión del personal, recursos y procesos, que llevan finalmente a la excelencia en los resultados de la organización.” Cada elemento es un criterio para evaluar el camino hacia la excelencia. Son nueve criterios, cada uno de ellos con más subcriterios. Hay dos grupos de criterios:

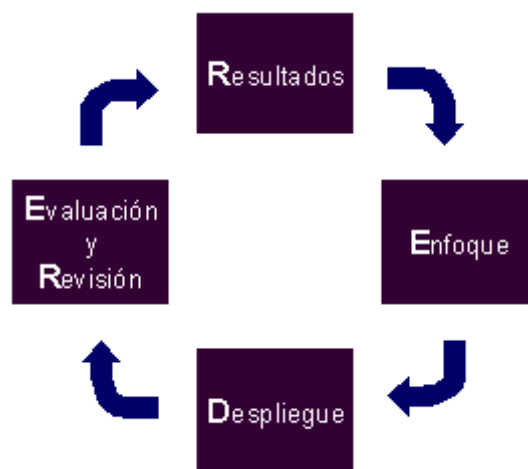
- Los Agentes (Criterios 1 al 5): son aspectos del sistema de gestión de la organización. Son las causas de los resultados, quienes indican cómo actúa la organización:

- Liderazgo.
- Gestión de las personas.
- Política y estrategia.
- Alianzas y recursos.
- Procesos.

• Los Resultados (Criterios 6 al 9): representan lo que la organización consigue para los partícipes y beneficiarios de la actividad (clientes, empleados, sociedad e inversores). Son los resultados obtenidos respecto a metas u objetivos (ingresos, gastos, costes, beneficios, el valor de las acciones, la cuota de mercado, el número de clientes, el cumplimiento presupuestario...):

- Resultados en las personas.
- Resultados en los clientes.
- Resultados en la sociedad.
- Resultados clave.

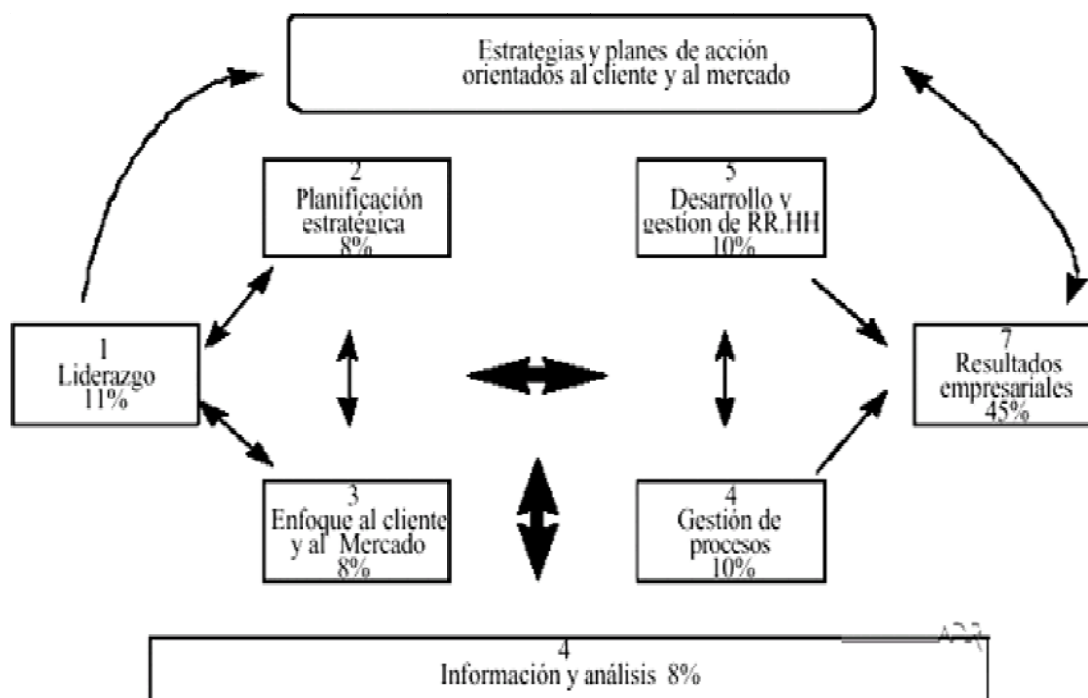
Para cada grupo de criterios hay un conjunto de reglas de evaluación basadas en la llamada lógica REDER.



- Resultados: Lo que la organización consigue.
- Enfoque: Lo que la organización precisa hacer y las razones para ello.
- Despliegue: Lo que la organización realiza para poner en práctica el enfoque.
- Evaluación y revisión: Lo que la organización hace para evaluar y revisar el enfoque y su despliegue.

1.7.8 Modelo Malcolm Baldrige

El Premio Nacional a la Calidad en Estados Unidos, llamado Malcom Baldrige, se creó en el año 1982 en memoria del secretario de comercio que lo impulsó. La importancia del premio viene dada por el hecho de que los galardones son entregados por el propio presidente. El Malcolm Baldrige es una herramienta que hay que seguir para evaluar la gestión de la calidad total en la empresa, con unos criterios de una gran profundidad. Concede una enorme importancia al enfoque, al cliente y a su satisfacción.



Trata de promover entre las empresas:

- La preocupación por la calidad como un elemento cada vez más importante para la competitividad.
- El entendimiento de los requerimientos para alcanzar la excelencia en la gestión.
- El intercambio de información sobre estrategias empresariales con éxito y los beneficios derivados de la implantación de dichas estrategias.

Cada criterio del Malcolm Baldrige se basa en unos conceptos y valores fundamentales, que son los siguientes:

- Liderazgo.
- Planificación estratégica.

- Enfoque del cliente y de mercado.
- Medida, análisis y gerencia del conocimiento.
- Enfoque del recurso humano.
- Gerencia de procesos.
- Resultados.

Este programa de Calidad Nacional (especialmente aplicado en Estados Unidos) ha contribuido en mejorar la calidad y la productividad de las siguientes formas:

- Estimulando a las compañías a mejorar su calidad y productividad por el orgullo de ser reconocidos, y a su vez obteniendo grandes mejoras en los rendimientos.
- Reconociendo los logros de aquellas compañías que han mejorado su calidad y que han prestado mejor su servicio; de esta forma dando un ejemplo para los otros.
- Estableciendo guías y criterios que pueden ser usados en negocios, industrias gubernamentales, y otro tipo de organizaciones evaluando su propia calidad y esfuerzos.
- Proveer una guía específica para otras entidades Americanas que anhelan aprender a manejar una alta calidad por medio de tener información detallada en como las organizaciones líderes fueron capaces de cambiar su cultura.

1.7.9 Modelo Deming

El modelo Deming se desarrolla en Japón en 1951 por la JUSE (Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros). Este modelo recoge la aplicación práctica de las teorías japonesas del Control Total de la Calidad (TQC) o control de calidad en toda la empresa (CWQC). La evaluación en este modelo tiene como principal objetivo comprobar que mediante la implantación del control de calidad en toda la organización, se obtengan buenos resultados. El enfoque básico es la satisfacción del cliente y el bienestar público.

La producción es vista como un sistema, por lo que la mejora de la calidad abarca a toda la línea de producción, desde la recepción de los materiales hasta el consumidor (que se sitúa como la pieza más importante). La calidad se debe orientar a las necesidades de los consumidores actuales y futuros. La dirección requiere formular y dar señales de que su intención es permanecer en el negocio, y proteger tanto a los inversionistas como los puestos de trabajo.

El modelo recoge diez criterios de evaluación de la gestión de calidad de la organización:

- Políticas y objetivos.
- Organización.
- Flujo de Información y su utilización.

- Estandarización.
- Educación y su diseminación (Desarrollo y utilización de los Recursos Humanos).
- Aseguramiento de la Calidad.
- Gestión y control.
- Mejora.
- Resultados.
- Planes para el futuro.

Deming pretende mostrar la importancia del papel de las personas, en especial de la dirección en la competitividad de las empresas. Los 14 principios de Deming son:

1. Crear constancia en el propósito de mejorar el producto y el servicio.
2. Adaptar la empresa a la nueva economía en que vivimos.
3. Evitar la inspección masiva de productos.
4. Comprar por calidad, no por precio y estrechar lazos con proveedores.
5. Mejorar continuamente en todos los ámbitos de la empresa.
6. Formar y entrenar a los trabajadores para mejorar el desempeño del trabajo.
7. Adoptar e implantar el liderazgo.
8. Eliminar el miedo, para que las personas trabajen seguras y den lo mejor de sí mismas.
9. Romper las barreras entre departamentos.
10. Eliminar eslóganes y consignas para los operarios, sustituyéndolos por acciones de mejora.
11. Eliminar estándares de trabajo, incentivos y trabajo a destajo, pues son incompatibles con la mejora continua.
12. Eliminar las barreras que privan a la gente de estar orgullosa de su trabajo.
13. Estimular a la gente para su mejora personal.
14. Poner a trabajar a todos para realizar esta transformación, aplicando el método PDCA.

1.8 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

La mejora en la prevención de riesgos laborales mejora la competitividad y la productividad de una empresa, aparte de evitar muchos problemas.

1.8.1 Conceptos básicos sobre seguridad y salud en el trabajo

El trabajo y la salud

El trabajo es una actividad social imprescindible que puede implicar riesgos para la salud de los trabajadores. El trabajo y la salud están íntimamente relacionados ya que es difícil encontrar alguna actividad laboral que no tenga ningún tipo de riesgo. El trabajo se desarrolla a través de los llamados factores o agentes de trabajo que pueden ser materiales, humanos y organizacionales. El mundo del trabajo está en proceso de cambio permanente y el proceso productivo moderno ha traído consigo nuevos factores de riesgo, pero no podemos olvidar que la salud de los trabajadores se utiliza como una ventaja competitiva más de la empresa.

Hoy en día se entiende el trabajo como una acción no sólo orientada a la obtención de lo necesario para sobrevivir, sino que, además de satisfacer las necesidades de las personas, ha de ser una vía para el desarrollo y la realización personal.

Según la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) la salud es “el estado de bienestar físico, mental y social completo y no meramente la ausencia de daño o enfermedad”. Así, definimos el estado físico como la capacidad que tiene el cuerpo para realizar cualquier tipo de ejercicio donde demuestra resistencia, fuerza, agilidad, habilidad, subordinación, coordinación y flexibilidad. La salud mental es el equilibrado estado psíquico de una persona y su auto aceptación (ausencia de enfermedad mental). Y la salud social es la habilidad de interaccionar bien con la gente y el ambiente, habiendo satisfecho las relaciones interpersonales.

La salud es uno de los derechos fundamentales de los seres humanos y lograr el más alto grado de bienestar depende de la cooperación de individuos y naciones y de la aplicación de medidas sociales y sanitarias. La salud debe entenderse como un estado que siempre es posible mejorar y que implica considerar la totalidad de los individuos, relacionados entre sí y con el medio ambiental en que vivan y trabajan.

La relación entre el trabajo y la salud es evidente, ya que para poder realizar el trabajo de forma correcta es necesario disponer de una buena salud. La ausencia de salud no permite un desarrollo profesional adecuado. Además el trabajo puede causar daño a la salud. Los daños personales pueden clasificarse del siguiente modo:

- Lesiones por accidentes de trabajo.
- Enfermedades profesionales.
- Fatiga.
- Insatisfacción, estrés.
- Patologías inespecíficas.

Los riesgos laborales

El riesgo laboral es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo (artículo 4 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales). El concepto de riesgo laboral menciona la palabra “posibilidad”, es decir, que bajo determinadas circunstancias, una persona tiene la probabilidad de llegar a sufrir un daño profesional. Así, podemos definir peligro como el conjunto de elementos que, estando presentes en las condiciones de trabajo, pueden desencadenar una disminución de la salud de los trabajadores.

El control de riesgos se basa en evitar condiciones peligrosas, en reducir y eliminar peligros. Los métodos para gestionar los riesgos dentro de la empresa son los siguientes:

- **Eliminar:** Es una posibilidad poco probable, no hay que olvidar que la empresa no existe sin riesgos por ser estos inherentes al trabajo. Sin embargo, hay ocasiones en las que de forma parcial pueden eliminarse.
- **Tolerar:** implica correr ciertos riesgos de forma consciente por sus bajos valores de gravedad, tras un buen trabajo de información a la Gerencia.
- **Transferir:** Es la forma más cara de gestionar el riesgo, es el contrato con un seguro. Si un riesgo no se pretende ni eliminar, ni tratar, ni tolerar, éste se transfiere.
- **Tratar:** Consiste en adoptar los medios para tener un adecuado control de riesgos. Es el método más eficaz de administrar los riesgos.

Accidente de trabajo

Se define como toda lesión corporal que el trabajador sufre con ocasión o a consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena en tiempo y lugar de trabajo (art. 115 LGSS). Es, por tanto, un suceso anormal, no querido ni deseado, que se presenta de forma brusca e inesperada, normalmente evitable, que interrumpe la normal continuidad del trabajo y puede causar lesiones a las personas. Según el artículo 115 de la Ley General de la Seguridad Social, para que exista accidente de trabajo la lesión o daño sufrida por el trabajador debe estar relacionado con el desempeño del trabajo, ya sea causado directamente por él o que haya contribuido en la producción del mismo. Sus características más comunes son: inicio brusco, inesperado e imprevisible, violento, súbito, rápido, exposición corta a la agresión y poca importancia de la resistencia del individuo.

La secuencia cronológica de un accidente de trabajo se repite independientemente del tipo de accidente que se haya producido:

1. **Actividad:** el trabajador realiza cierta tarea relacionada con su trabajo.
2. **Riesgo:** dicha actividad tiene un cierto riesgo.
3. **Suceso:** durante la actividad laboral se produce el accidente de trabajo.
4. **Consecuencias:** el accidente produce daños en el trabajador y consecuencias desagradables para la empresa.
5. **Lesiones y daños materiales:** estas consecuencias provocarán lesiones en el trabajador y daños materiales.

Junto con las enfermedades profesionales forman parte de "contingencias profesionales", las que no entren en estas definiciones son consideradas "contingencias comunes". Los accidentes o enfermedades causados por una contingencia profesional van a tener un tratamiento ventajoso respecto a aquellos que deriven de una contingencia común.

Enfermedades profesionales

Según el artículo 116 de la Ley General de la Seguridad Social “es enfermedad profesional la contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta Ley y que está provocada por la acción de elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional”. Para que una enfermedad tenga la consideración de profesional aparte de comprobar su relación con el trabajo debe estar recogida en el cuadro legal que enumera las enfermedades profesionales en España, de lo contrario, tendrá la denominación de enfermedad común. Cuando se puede establecer una relación causal entre la exposición laboral y una enfermedad que no esté recogida en el cuadro de enfermedades profesionales, dicha enfermedad puede ser legalmente reconocida como accidente de trabajo (art. 115, punto 2, letra "e" de la LGSS).

Son el resultado de un deterioro lento y progresivo de la salud, no violento, previsible, y sus efectos pueden aparecer incluso después de varios años de haber cesado la exposición a la condición peligrosa (exposición a contaminantes químicos, físicos o biológicos). Los factores básicos que determinan su aparición son la simultaneidad de contaminantes, la concentración ambiental del contaminante, el tiempo de exposición al mismo y las características personales del trabajador. Las características básicas de las enfermedades profesionales son: inicio lento, no violento, previsible, progresivo y oposición individual.

La lista actualizada que clasifica las enfermedades profesionales es la siguiente:

- Enfermedades Profesionales causadas por agentes químicos.
- Enfermedades Profesionales causadas por agentes físicos.
- Enfermedades Profesionales causadas por agentes biológicos.
- Enfermedades Profesionales causadas por la inhalación de sustancias y agentes no comprendidos en otros apartados.
- Enfermedades Profesionales de la piel causadas por sustancias o agentes no comprendidos en otros apartados.
- Enfermedades Profesionales causadas por agentes cancerígenos.

Otras patologías que no ocasionan un daño directo sino que causan efectos negativos al trabajador en un momento concreto o a largo plazo son:

- Carga mental.
- Estrés laboral.
- Síndrome del quemado o burnout.
- Acoso psicológico o mobbing.
- Fatiga.
- Insatisfacción.

El deber general de protección

Se exige el deber empresarial de dar protección eficaz al trabajador para garantizar la seguridad y salud en todos los aspectos relacionados con el trabajo y la obligación de adoptar todas las medidas necesarias para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores (art. 14 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales). Debe cumplir, por tanto, los siguientes requisitos:

- Deber de medios: el deber de protección del empresario es una obligación de medios, no de resultado.
- Relación entre el incumplimiento de las medidas preventivas y el accidente: para que exista responsabilidad de la empresa es necesario que se dé una relación de causalidad entre la producción del accidente o enfermedad y el incumplimiento del empresario.
- Sucesos fortuitos: queda excluida la responsabilidad empresarial cuando la producción del evento sucede de manera fortuita o imprevisible.
- Conducta del trabajador: El deber del empresario lleva a que responda pese a que el trabajador haya cometido distracciones o imprudencias simples. Esto es, el empresario tiene que contar con los descuidos ocasionales o puntuales de sus trabajadores, debidos a excesos de confianza. Únicamente le eximirá de responsabilidad respecto del accidente conductas en las cuales concurra una imprudencia temeraria del trabajador.
- Vigilancia del trabajador: el deber de vigilancia del empleado no puede concebirse como constante o permanente, minuto a minuto, de todas las operaciones llevadas a cabo en su empresa, para obligar al empleo de las medidas preventivas indicadas en cada caso, incluso a los trabajadores rebeldes a sus indicaciones. Ya que eso supondría un poder cuasi policial, permanente y exhaustivo e iría en contra de la propia dignidad y profesionalidad del trabajador, presumiendo en ellos la falta de sentido común. De tal forma que no habrá responsabilidad por parte del empresario si éste ha articulado un procedimiento de trabajo seguro, pero surge un incumplimiento puntual del mismo por parte del trabajador.

Ante el deber de protección del empresario existirán lógicamente unas responsabilidades:

- Objetiva: el empresario tiene una obligación reparadora, objetiva, debe reparar los daños causados al trabajador en términos que concreta la legislación. En la medida que es objetiva, es absolutamente independiente de cualquier culpa o negligencia.
- Civil: Toda persona es responsable de reparar los daños que cause el incumplimiento de sus obligaciones. Y lo mismo cuando deriva del incumplimiento de normas de prevención. En este caso concreto esa responsabilidad se enmarcará en el Código Civil como responsabilidad contractual.
- Penal: El incumplimiento de las normas sobre seguridad y salud laboral tiene tanta trascendencia que puede suponer un ilícito penal, existiendo incluso un tipo penal expresamente previsto.
- Administrativa: Son infracciones laborales en materia de prevención de riesgos laborales las acciones u omisiones de los diferentes sujetos responsables que incumplan las normas legales, reglamentarias y cláusulas normativas de los convenios colectivos en materia de seguridad y salud en el trabajo sujetas a responsabilidad conforme a la Ley de Infracciones y Sanciones del año 2000, con

modificaciones posteriores como la Ley 14/2000, de 29 de diciembre, de Medidas fiscales, administrativas y del orden social, Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, Ley 32/2006 de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción, Ley 43/2006 de 29 de diciembre, para la mejora del crecimiento y del empleo, R.D. 306/2007 de 2 de marzo, por el que se actualizan las cuantías de las sanciones y Ley Orgánica 31/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva entre mujeres y hombres.

El art. 29 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece, en primer lugar; una obligación genérica del trabajador de velar por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que les pudiera afectar su actividad profesional, a causa de sus actos. A su vez, la normativa de Prevención de Riesgos Laborales, el artículo 41, establece obligaciones de los fabricantes, importadores y suministradores de:

- Maquinarias, equipos, productos y útiles de trabajo.
- Productos o sustancias químicas.
- Elementos para la protección.

Técnicas de seguridad

Son los métodos que se aplican para garantizar la seguridad laboral en los puestos de trabajo. Todas las medidas y acciones preventivas que se lleven a cabo deberán seguir los principios generales que se recogen en el art.15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan eliminar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entraña poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención integrándola en la organización de la empresa.
- Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

Clasificación de las técnicas de seguridad por su objetivo:

- Técnicas analíticas anteriores al accidente:
 - Inspección de seguridad: su objetivo es el análisis de los riesgos y la valoración de los mismos para su posterior corrección.
 - Análisis de trabajo: identificar situaciones de riesgo asociadas a cada etapa del proceso de trabajo.
 - Análisis estadísticos: su objetivo es la codificación, tabulación y tratamiento de los datos obtenidos en los estudios de riesgos.

- Técnicas analíticas posteriores al accidente:
 - Notificación y registro de accidentes: comunicación escrita y descriptiva de un accidente a través de un documento denominado Parte de Accidente. Los registros tienen como misión proporcionar la información necesaria sobre los accidentes.
 - Investigación de accidentes: su objetivo es la detección de las causas que motivan los accidentes notificados para prevenir los futuros en base a la experiencia obtenida.
 - Técnicas operativas: su objetivo es evitar los accidentes adoptando medidas preventivas y medidas de protección. Actúan sobre el factor técnico o el factor humano:
 - Factor técnico:
 - Diseño de instalaciones o equipos.
 - Estudio y mejora de métodos.
 - Normalización.
 - Sistemas de seguridad.
 - Señalización.
 - Mantenimiento preventivo.
 - Defensas y resguardos.
 - Protección individual.
 - Factor humano:
 - Selección de personal.
 - Formación.
 - Adiestramiento.
 - Propaganda.
 - Acción de grupo.
 - Incentivos y disciplina.
 - Técnicas de previsión: evitan el riesgo actuando sobre las causas básicas. Estiman la creación de un Servicio de Prevención.
 - Técnicas de prevención: la prevención de riesgos laborales se define como el conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo. Entre los principales objetivos de la prevención de riesgos laborales se encuentran los de evitar los riesgos en el trabajo, evaluar los riesgos que no se puedan evitar, combatir los riesgos en su origen, adaptar el trabajo a las personas (y no al revés), sustituir elementos peligrosos por unos que no entrañen peligros y sean seguros e informar y formar a los trabajadores en torno al tema de la prevención.
- Existen diversas técnicas en la aplicación de la prevención riesgos laborales. Estas técnicas se pueden dividir en técnicas preventivas médicas y técnicas preventivas no médicas. Las técnicas médicas consisten en realizar reconocimientos médicos

preventivos con la finalidad de controlar la salud de los trabajadores y poder detectar posibles riesgos en la salud. Por otro lado, con los tratamientos médicos se pretende potenciar la salud de los trabajadores mediante dietas alimenticias, vacunaciones... Además, para determinados puestos de trabajo se realiza una selección de personal teniendo en cuenta la opinión de un profesional sanitario. Entre las técnicas preventivas no médicas encontramos la seguridad del trabajo, la higiene en el trabajo, la ergonomía y la psicología.

- Médicas:

- Reconocimientos médicos preventivos.
- Tratamientos médicos preventivos.
- Selección de profesional.
- Educación sanitaria.

- No médicas:

- Seguridad del trabajo.
- Higiene del trabajo.
- Ergonomía.
- Psicología.
- Formación.
- Información y participación.
- Política social.

- Técnicas de protección: evitan o reducen las consecuencias del suceso desencadenante que afectan al trabajador, principalmente las lesiones personales. Protegen del daño pero no evitan la existencia de un riesgo, ni actúan sobre las causas inmediatas o básicas. Se aplican cuando no se han podido eliminar las causas básicas mediante las técnicas de prevención y de previsión.

Las condiciones de seguridad

• Factores de riesgo en la utilización de máquinas:

Son equipos de trabajo cualquier máquina, aparato o instalación utilizada en el trabajo. La legislación exige que la maquinaria lleve obligatoriamente una serie de medidas preventivas integradas, así como las herramientas deben estar hechas con el material y la calidad más adecuados para su uso. Los equipos de trabajo nuevos deberán disponer del marcado CE y su correspondiente manual de instrucciones, y deberán ser mantenidos y controlados conforme a la disposición del R.D. 1215/1997.

• Diseño del área de trabajo y almacenamiento de materiales:

Debido a los numerosos riesgos derivados de la falta de orden y limpieza, el mantenimiento de los lugares de trabajo será un aspecto esencial y básico. Deberán, por tanto habilitarse medidas para facilitar el orden y la limpieza, y los lugares de

trabajo y sus instalaciones deberán ser objeto de un mantenimiento periódico. Medidas a adoptar para facilitar el orden y la limpieza:

- Las zonas de paso, salidas y vías de circulación deberán permanecer libres de obstáculos.
- Los lugares de trabajo, equipos e instalaciones se limpiarán periódicamente.
- La limpieza no debe representar un riesgo adicional para los trabajadores ni para el personal de limpieza, para ello se realizará de forma y con los medios más adecuados.
- La recogida de residuos se realizará a través de contenedores adecuados.
- La limpieza se debe de realizar de forma ordenada y planificada por personal específicamente dedicado.
- Habilitar zonas especiales para el almacenamiento de materias primas, productos acabados, herramientas y accesorios.

Cinco puntos clave que debe de contemplar un programa de orden y limpieza:

- Eliminar lo innecesario y clasificar lo útil.
- Acondicionar los medios para guardar y localizar el material fácilmente.
- Evitar ensuciar actuando en el origen y limpiar siempre con inmediatez.
- Favorecer el orden y la limpieza mediante señalización y medios adecuados.
- Gestionar debidamente el programa mediante la formación y el control periódico.

• Manipulación y transporte de cargas:

La carga de trabajo es el conjunto de requerimientos físicos y mentales a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de la jornada laboral. Esta carga puede provocar consecuencias perjudiciales, por lo tanto, se deberá cumplir:

- Normas básicas de seguridad, mantenimiento y revisión de elementos sometidos a esfuerzos.
- Métodos de trabajo seguros.
- Protocolos para la regulación del transporte interior y uso de zonas de circulación.

• La señalización:

El empresario está obligado a utilizar toda la señalización de seguridad que sea necesaria y útil para controlar los riesgos. Las señales de seguridad sirven para informar o advertir de la existencia de un riesgo o peligro que no se ha podido evitar, de la conducta a seguir para evitarlo y de la localización de salidas y elementos de protección, llamando la atención de una forma rápida y fácilmente comprensible. En ningún caso puede sustituir la adopción de medidas técnicas de protección colectiva o la información y formación de los trabajadores. Pueden ser visuales (colores), acústicas, olfativas o táctiles y su carácter podrá ser provisional o permanente, pero siempre buscando su eficacia. Por eso, se evitará la sobreabundancia, la interferencia de señales, se asegurará su emplazamiento y visibilidad, y tendrán un mantenimiento adecuado.

- El riesgo eléctrico:

Para evitar el riesgo de sufrir una descarga eléctrica, la normativa exige:

- Todo aquel que realice trabajos eléctricos deberá estar debidamente formado.
- Debe existir un plan de formación en las empresas con riesgo.
- Utilización de equipos de protección individual periódicamente revisados.
- Los equipos de trabajo deben proteger contra contactos directos e indirectos.
- Se debe disponer de una normativa interna de seguridad eléctrica.
- Se utilizará un método de trabajo seguro y una buena señalización.

Trabajos e instalaciones de baja tensión: el personal debe ser cualificado, los métodos de trabajo y equipos deben asegurar la protección del trabajador, se dispondrá de una buena iluminación y señalización.

Trabajos e instalaciones de alta tensión: el trabajo lo realizarán trabajadores cualificados y se realizará bajo la vigilancia de un jefe de trabajo y los procedimientos así como los materiales y medios de protección deberán figurar por escrito.

Trabajos en proximidad: el trabajador no entra en contacto físicamente con la fuente generadora de riesgo eléctrico pero está lo suficientemente próximo a ella como para que los efectos de la corriente eléctrica produzcan efectos en la persona.

Trabajos con peligro de electricidad estática: son trabajos donde hay una fricción continuada de materiales aislantes así como procesos donde se almacenan, transporten o trasvasen líquidos o polvos inflamables.

Sistemas de protección contra incendios

Es el conjunto de medidas que se disponen en los edificios para protegerlos contra la acción del fuego. Sus objetivos son principalmente salvar vidas, minimizar las pérdidas económicas ocasionadas por el fuego y conseguir que las actividades del edificio puedan reanudarse en el plazo más corto posible. Las medidas a adoptar se clasifican en dos grupos:

- Medidas pasivas: son las medidas que afectan a la construcción del edificio.
- Medidas activas: se presentan en instalaciones de extinción de incendios.

1.8.2 Marco normativo

Organismos internacionales

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), con sede en Ginebra, es una de las organizaciones Internacionales laborales más importantes, tanto por su antigüedad, como por la intensidad de sus actividades y el gran número de países a ella acogidos. Entre las principales funciones que desempeña se encuentran la asistencia técnica, la recopilación y

difusión de información, y la elaboración y aprobación de convenios y recomendaciones internacionales. Sus normas y recomendaciones constituyen un bloque normativo de gran importancia en el sector laboral. Adquieren especial importancia los Convenios. Los Convenios son destinados a la creación de obligaciones con carácter internacional. Existen ocho convenios fundamentales:

- Convenio N° 29 sobre el trabajo forzoso, 1930.
- Convenio N° 87 sobre la libertad sindical y la protección del derecho de sindicación, 1948.
- Convenio N° 98 sobre el derecho de sindicación y de negociación colectiva, 1949.
- Convenio N° 100 sobre igualdad de remuneración, 1951.
- Convenio N° 105 sobre la abolición del trabajo forzoso, 1957.
- Convenio N° 111 sobre la discriminación (empleo y ocupación), 1958.
- Convenio N° 138 sobre la edad mínima, 1973.
- Convenio N° 182 sobre las peores formas de trabajo infantil, 1999.

Las recomendaciones, en cambio, no generan ningún tipo de obligación internacional sino que están orientadas a establecer pautas o directrices.

También cabe destacar los Tratados y Directivas europeas asumidas por España como miembro de la Unión Europea. La entrada de España a la Unión Europea data del 1 de enero de 1986. En el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo cabe destacar el Acta Única Europea, que entró en vigor el 1 de julio de 1987 y que otorga a los trabajadores un lugar prioritario:

- El artículo 100A dispone que los productos en libre circulación en la Unión deberán respetar determinadas normas de seguridad.
- El artículo 118A estipula que los Estados miembros procurarán promover la mejora del medio de trabajo, para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.

Organismos nacionales

Las Administraciones Públicas, en materia de prevención de riesgos laborales deben de desempeñar un doble papel. Primero, el de fomento de actividades dirigidas a la mejora de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo y la reducción de los riesgos laborales (art. 2.1. de la Ley de Prevención de Riesgo Laborales). Segundo, el de vigilancia y control de cumplimiento de la normativa sobre prevención de riesgos laborales y la facultad de sancionar a los sujetos que incumplan la misma conforme a lo dispuesto en el capítulo VII de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Para el cumplimiento de esta doble finalidad, la Administración Pública dispone de varios organismos públicos especializados:

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: es el órgano técnico especializado de la Administración General del Estado, donde se concentran las funciones de formación y asesoramiento. Creado por el artículo 5.4 del R.D. Legislativo 36/1978.
- Inspección de Trabajo y Seguridad Social: función de vigilancia y control de la normativa sobre prevención de riesgos laborales (art. 9 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales).

- Administraciones públicas competentes en materia sanitaria: les corresponden las funciones de establecimiento de medios adecuados para la evaluación y control de actuaciones de carácter sanitario, implantación de sistemas de información adecuados, supervisión de la formación sanitaria impartida y elaboración y divulgación de estudios, investigaciones y estadísticas relacionadas con la salud de los trabajadores (Ley de Prevención de Riesgos Laborales).
- Otras administraciones públicas relacionadas con la Seguridad y Salud en el Trabajo: competencias atribuidas al Ministerio de Industria y Energía sobre ordenación y seguridad industrial (Ley 21/1992 de Industria).
- Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo: es un órgano asesor de las Administraciones Públicas entorno a las políticas de prevención y órganos de participación industrial en materia de prevención de riesgos laborales.

Organismos de carácter autonómico

Las Comunidades Autónomas disponen de potestad sancionadora en materia de ejecución de la legislación laboral que se efectúa de acuerdo con su regulación propia. Las funciones y servicios que desarrollaban los Gabinetes Técnicos Provinciales del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo han pasado a manos de las Comunidades Autónomas. Los órganos con competencias en prevención de riesgos laborales desarrollan funciones como investigación de accidentes, formación y asesoramiento técnico.

Ley de prevención de riesgos laborales 31/1995

Tiene por objeto promover la Seguridad y Salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo. Su entrada en vigor data de febrero de 1996 y desde entonces, todas las empresas están obligadas a cumplir con sus obligaciones sobre prevención de riesgos laborales. El objetivo, por tanto, es la reducción de los elevados índices de siniestralidad laboral.

Se aplica a:

- Todas las relaciones laborales reguladas en el Estatuto de los Trabajadores.
- Funcionarios y personal contratado por la Administración.
- Las sociedades cooperativas si hay socios que prestan su trabajo personal.

Esta ley no se aplica:

- A los trabajadores cuyas particularidades lo impidan en el ámbito de las funciones públicas de de policías, seguridad...
- Trabajadores del hogar.

Se estructura en siete capítulos:

- Capítulo I: Objeto, ámbito de Aplicación y Definiciones. Determinan el objeto y carácter de la norma, su ámbito de aplicación, y define los conceptos básicos:

Prevención de Riesgos Laborales, daños derivados del trabajo, riesgo grave e inminente, condiciones de trabajo, equipo de protección individual, etc.

- Capítulo II: Política en Materia de Prevención de Riesgos para proteger la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Establece los objetivos, las normas reglamentarias y actuaciones de las Administraciones públicas competentes en materia laboral y sanitaria. Además, contempla la cooperación entre las distintas administraciones y crea la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Capítulo III: Derecho y Obligaciones. Regula el derecho de los trabajadores y el correlativo deber del empresario de protección de los mismos, frente a los riesgos laborales. Se recoge entre otras el deber de efectuar una evaluación de riesgos, formar e informar a los trabajadores de los riesgos a los que se encuentran expuestos, establecer las medidas de emergencia, proteger a los trabajadores especialmente sensibles, etc. De igual forma, se establecen las obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales.
- Capítulo IV: Servicios de Prevención. Establece las modalidades organizativas en prevención en las empresas y regula la actuación preventiva de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales. Este aspecto ha sido desarrollado posteriormente en el Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97).
- Capítulo V: Consulta y Participación de los Trabajadores. Regula la consulta y participación de los trabajadores a través de los Delegados de Prevención en relación con las cuestiones que afectan a la seguridad y salud en el trabajo. Se establece además, las competencias y facultades del Comité de Seguridad y Salud, como órgano paritario y colegiado de participación.
- Capítulo VI: Obligaciones de los fabricantes importadores y suministradores. Recoge las obligaciones de los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, para garantizar la comercialización de productos y equipos, que no constituyan una fuente de riesgo para el trabajador.
- Capítulo VII: Responsabilidades y Sanciones. Establece las responsabilidades y sanciones derivadas del incumplimiento de la ley tipificando las infracciones en leves, graves y muy graves.

Real Decreto 39/1997 de Reglamento de los Servicios de Prevención

Se establecen los responsables de la protección en la empresa. Las responsabilidades podrán gestionarse de distintas maneras:

- Asunción por parte del empresario: el empresario puede asumir personalmente la actividad preventiva en empresas de menos de seis trabajadores siempre y cuando la empresa no desarrolle actividades del Anexo I, si el empresario desarrolla su actividad en el centro de trabajo y si está cualificado para tal labor. Asimismo, la

asunción de la protección en la empresa no incluye la vigilancia de la salud de los trabajadores.

- **Nombramiento de los Delegados de Prevención:** los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos laborales (art. 35.1 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales). La designación de los Delegados de Prevención se realizará por y entre los representantes unitarios de los trabajadores en el ámbito de los órganos de representación correspondiente (art. 35.2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales) y conjuntamente por los socios que prestan trabajo y los asalariados o sus representantes tratándose de una cooperativa. Su número depende de los trabajadores que tenga la empresa.

- **Comité de seguridad y salud de los trabajadores:** es el órgano de participación interno de la empresa para una consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos. Su función es facilitar el intercambio de puntos de vista entre las partes, creando un foro estable de diálogo ordenado. Está compuesto por los Delegados/as de Prevención y un número igual de representantes designados por el empresario. Es, por tanto, un órgano de participación colegiado, paritario y consultivo (LPRL art. 38).

- **Trabajadores:** deben de tener la capacidad correspondiente a las funciones a desempeñar. Según la función a desempeñar deberán tener:

- Nivel básico.
- Nivel intermedio.
- Nivel superior (obligatorio estudios universitarios).

- **Servicios de Prevención propios:** es una unidad organizativa específica en el que sus miembros, trabajadores en la empresa, se dedican exclusivamente a tareas de prevención.

- **Servicios de Prevención ajenos:** una empresa utiliza los Servicios de Prevención ajenos cuando ocurra alguno de los siguientes supuestos:

- Que la designación de uno o varios trabajadores sea insuficiente para la realización de las actividades de prevención y no concurren las circunstancias para constituir un servicio de prevención propio.
- Que no se haya optado por un servicio propio.
- Que no todas las actividades hayan sido asumidas por un servicio propio o por el empresario.

El pasado 24 de Marzo de 2010 entró en vigor el R.D. 337/2010 de 19 de Marzo que reforma el R.D. 39/1997 de los Servicios de Prevención. Dicha reforma se hace respondiendo a los objetivos fijados en la estrategia española de Seguridad y Salud y a la reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales por la Ley 25/2009 de 22 de Diciembre de 2009. Entre los objetivos de dicha reforma están:

- Facilitar a las empresas y en especial a las PYMES, el cumplimiento de la normativa de PRL. Simplificando la gestión de la prevención en las empresas de hasta 50 trabajadores.
- Potenciar la mejora de la calidad y eficacia de los servicios de prevención, adecuando el procedimiento de acreditación y las causas para la revocación de dicha acreditación. También se favorece la mejora de la calidad del servicio que prestan los servicios de prevención ajenos: mediante una definición más completa del contenido de los conciertos de la actividad preventiva; sentando las bases de los RRHH y materiales de que deben disponer para prestar un servicio de calidad.

Ley 54/2003 de Reforma del Marco Normativo de la PRL

La Ley 54/2003 se plantea como objetivos básicos los siguientes:

- Combatir activamente la siniestralidad laboral.
- Fomentar una cultura de prevención de riesgos en el trabajo, que asegure e cumplimiento efectivo y real de las obligaciones preventivas y excluya el cumplimiento meramente formal o documental de tales obligaciones.
- Integrar la prevención de riesgos laborales en la gestión de la empresa.
- Mejorar el control del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales, adecuando las normas sancionadoras y reforzando la función de vigilancia y control de la Inspección de Trabajo.

Tras detectar deficiencias en la Ley 31/1995 (cumplimiento más formal que eficiente de la normativa y falta de adecuación de la normativa de prevención de riesgos laborales a las nuevas formas de organización del trabajo, en especial en las diversas formas de subcontratación y en el sector de la construcción), esta reforma modifica:

- Colaboración con la Inspección de Trabajo: los Funcionarios del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de las Comunidades Autónomas garantizarán la colaboración pericial y el asesoramiento técnico a la Inspección de Trabajo en materia de prevención de riesgos laborales. Estos Funcionarios podrán desempeñar funciones de aseguramiento y comprobación de las condiciones de seguridad en los centros de trabajo, teniendo capacidad de requerimiento. Cuando se deduzca la existencia de una infracción, el Funcionario actuante podrá emitir un informe a la Inspección de Trabajo con los hechos comprobados.
- Integración de la prevención de riesgos laborales en la empresa: la finalidad de la modificación es que la prevención de riesgos laborales se integre en el sistema general de gestión de empresa, tanto en el conjunto de actividades como en todos los niveles jerárquicos. Con este objetivo, se regula la implantación y aplicación de un Plan de Prevención de Riesgos Laborales. El empresario deberá asegurarse de la efectiva ejecución de las actividades preventivas incluidas en la planificación, efectuando para ello un seguimiento continuo de la misma.
- Coordinación de actividades empresariales: se determina la obligación del desarrollo reglamentario del artículo 24 de la Ley 31/1995 (que regula la

coordinación de actividades empresariales en materia de prevención de riesgos laborales), que se ha llevado a cabo mediante el Real Decreto 171/2004.

- Organización de recursos para las actividades preventivas: los recursos preventivos son supervisores de seguridad, cuya presencia en los centros de trabajo es necesaria cuando los riesgos puedan agravarse o modificarse, cuando se realicen actividades consideradas peligrosas o cuando lo requiera la Inspección de Trabajo debido a las condiciones de trabajo detectadas.
- Competencias del Comité de Seguridad y Salud: este Comité es un órgano paritario formado por representantes de la empresa y de los trabajadores. La Ley 54/2003 amplía las competencias de este órgano en materia de prevención de riesgos laborales y exige que, antes de su puesta en práctica, se debatan en su seno, entre otros asuntos, el Plan de Prevención de Riesgos Laborales, la Evaluación de los Riesgos Laborales y la Planificación de la Actividad Preventiva.
- Reforzamiento de la vigilancia y del control del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales: se establece la obligación de una colaboración y de asesoramiento de los órganos técnicos de las Comunidades Autónomas con la Inspección Provincial de Trabajo.

Legislación en máquinas

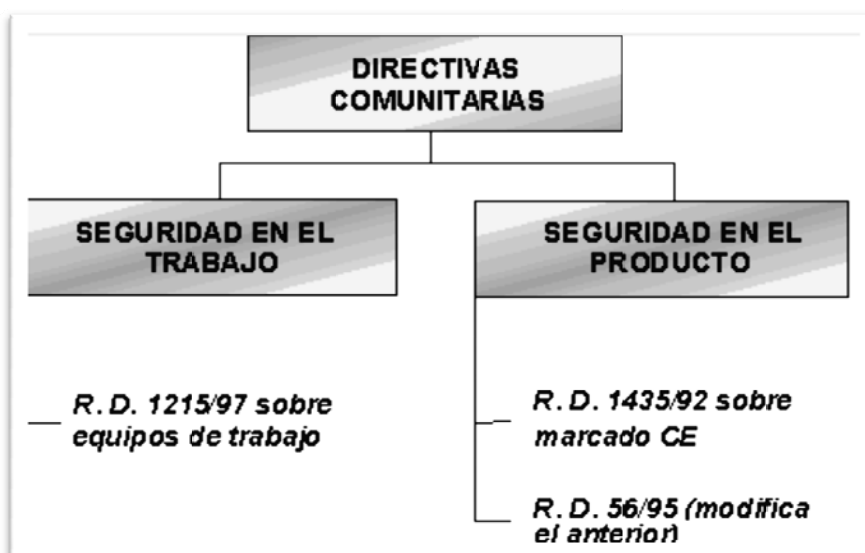
La legislación en máquinas es la siguiente:

- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, establece las exigencias específicas que deben cumplir los fabricantes de máquinas para comercializar o poner en servicio una máquina de nueva fabricación en la Comunidad Europea. Se ha dado a llamar “Real Decreto de marcado CE”, con muy buen sentido, ya que para cumplir con sus requerimientos, el final del proceso es el marcado de la máquina.
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, es una modificación del anterior, por lo que su ámbito de aplicación y sus exigencias son las mismas que las del anterior. No se suele mencionar, dando por sentado que cuando se habla del Real Decreto de marcado CE”, o del “Real Decreto 1435/92”, se alude tanto a este último como a su modificación. Cuando se haga una consulta sobre marcado de máquinas, se debe estar seguro de que se haya consultado un texto que haya refundido ambos Reales Decretos, o en caso contrario consultar ambos para evitar llegar a conclusiones equivocadas.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los empresarios o usuarios de los equipos de trabajo. Se ha dado a llamar “Real Decreto de máquinas usadas” o “Real Decreto de máquinas viejas”, esto induce a pensar que este Real Decreto sólo se aplica a las máquinas fabricadas antes del 1 de enero de 1995, y que las máquinas fabricadas después de esta fecha sólo tienen que cumplir el Real Decreto 1435/95, idea errónea.

En la legislación comunitaria hay dos tipos de directivas:

- De seguridad en el trabajo, que regulan cuales deben ser las condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo.
- De seguridad en el producto, que regulan qué condiciones de seguridad deben reunir los productos para poder ser comercializados.

Las directivas de seguridad en el producto quedan dentro del ámbito de actuación del Ministerio de Industria, y las directivas de seguridad en el trabajo en el del Ministerio de Trabajo. De los tres Reales Decretos de seguridad en máquinas, dos de ellos son resultado de la trasposición al derecho español de directivas de seguridad en el producto, y el otro de la trasposición de directivas de seguridad en el trabajo, según vemos en el siguiente gráfico:



De esta manera, el Real Decreto 1435/92 establece las exigencias específicas que deben cumplir los fabricantes de máquinas para comercializar o poner en servicio una máquina de nueva fabricación en la Comunidad Europea. Los R.D. 1435/92 y 56/95 son trasposición de directivas de seguridad en el producto, por lo que plantean exigencias que deben cumplir, en un principio, los fabricantes de máquinas.

El Real Decreto 1215/97 establece las obligaciones específicas que tienen los empresarios usuarios de máquinas, para garantizar la seguridad y salud de sus trabajadores. El R.D. 1215/97 es trasposición de una directiva de seguridad en el trabajo, y por tanto sus requisitos son exigibles a los empresarios utilizadores de máquinas.

Por tanto la legislación actual relacionada con máquinas y equipos de trabajo establece obligaciones y responsabilidades tanto a sus fabricantes, (desarrolladas en las Directivas de Seguridad en el Producto), como a los empresarios que las utilicen, (desarrolladas en las Directivas de Seguridad en el trabajo).

1.8.3 Plan de prevención

Un plan de PRL es un documento que, debidamente autorizado, establece y formaliza la política de prevención de una empresa, recoge la normativa, reglamentación y los procedimientos operativos, definiendo los objetivos de la prevención y la asignación de responsabilidades y funciones a los distintos niveles jerárquicos de la empresa en lo que se refiere a la PRL.

Un plan de prevención debe definir lo siguiente:

- Política de estrategia.
- Organización.
- Funciones y responsabilidades.
- Planificación de objetivos y metas.
- Programa de actuación.
- Procedimientos.
- Actividades.
- Evaluación.
- Mejora continua.

Contenido del Plan de Prevención

- Estructura organizativa, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos necesarios para llevar a cabo la política de prevención de la empresa.
- Documentación necesaria, en forma de procedimientos e instrucciones aplicables.
- Implantación de procedimientos e instrucciones en la empresa, teniendo en cuenta las normas existentes.

Ventajas del plan de prevención

- Ayuda a conseguir una cultura común en prevención.
- Proporciona a la empresa procedimientos para poner en práctica los objetivos en materia de prevención.
- Ayuda a la empresa en el cumplimiento de los requisitos legales y normativos en prevención de riesgos laborales.
- Demuestra a las partes interesadas la aptitud del plan para controlar los efectos de sus actividades, productos o servicios de la empresa.
- Ofrece directrices para evaluar y poner en práctica estrategias de gestión relacionados con la prevención de riesgos laborales.
- Introduce mejoras continuas en el sistema para garantizar la calidad de vida laboral.

Objetivos

- Declarar la política de prevención de la empresa y recoger la estructura soporte que garantice su aplicación.
- Definir los requisitos generales que deberá establecer la empresa para garantizar la implantación y el funcionamiento del Plan de Prevención.
- Definir las posibilidades y las funciones, en materia de seguridad.
- Establecer los mecanismos adecuados para asegurar el cumplimiento de la normativa y reglamentación vigente en materia de prevención de riesgos laborales.
- Presentar e informar sobre el nivel de prevención alcanzado, objetivos y metas.
- Servir de vehículo para la formación, la calificación y la motivación del personal, respecto a la prevención de riesgos laborales.

Metodología

Un Plan de Prevención de Riesgos Laborales es fiel reflejo de la organización y de las disposiciones de las empresas para la gestión de la prevención. La elaboración de las diferentes etapas y acciones debe ser, una tarea colectiva, y no competencia exclusiva de la función de seguridad, en la que deben participar todos los servicios de la empresa a los que concierne, aportando cada uno de ellos su experiencia y conocimientos de forma sistemática. En todo desarrollo de un Plan de Prevención podemos distinguir un conjunto de etapas:

- Estructura del Plan de Prevención: se debe designar a la persona responsable del Plan de Prevención que seleccionará las acciones y las normas en las que se basará el plan.
- Elaboración de las fichas: se elaborará una ficha por cada capítulo, que incluirá los objetivos, actividades, funciones involucradas y directrices generales.
- Redacción de las directrices y los procedimientos: deberá de responder a las siguientes cuestiones; por qué se realiza, quiénes tienen la responsabilidad y a qué actividades afecta.
- Revisión de las directrices y los procedimientos: Se debe de coordinar las tareas de revisión y asegurar que existe acuerdo entre las mismas, presentar al comité de dirección de la empresa la redacción final, para introducir las modificaciones que crea convenientes y presentar el Plan de Prevención al comité con las modificaciones acordadas.
- Aprobación del Plan de Prevención: Aprobar por la dirección de la empresa el Plan de Prevención.
- Implantación del Plan de Prevención: se distribuirá a todos los destinatarios, y la implantación del Plan de Prevención requerirá la formación inicial del personal y dotación de medios humanos, materiales y económicos.

1.8.4 Desarrollo del RD 1435/1992

Definición

REAL DECRETO 1435/1992, DE 27 DE NOVIEMBRE, POR EL QUE SE DICTAN LAS DISPOSICIONES DE APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA DEL CONSEJO 89/ 392 CEE, RELATIVA A LA APROXIMACIÓN DE LAS LEGISLACIONES DE LOS ESTADOS MIEMBROS SOBRE MÁQUINAS.

El RD 1435 es de aplicación en todos los sectores productivos, afecta a todos los fabricantes de maquinaria. Quedan excluidos de su ámbito de aplicación aquellos a los que no llega la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Este Real Decreto viene impulsado por la Directiva 89/ 392 CEE, relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre máquinas, modificada más adelante por la Directiva del Consejo 91/ 368 /CEE. Por otro lado, la Ley 21/ 1992, de 16 de julio, de Industria, define el marco en el que ha de desenvolverse la seguridad industrial, estableciendo los instrumentos necesarios para su puesta en aplicación, conforme a las competencias que corresponden a las distintas Administraciones Públicas.

En el análisis que sigue a continuación se ha incluido las modificaciones que el RD 56/1995 introdujo en el RD 1435/ 1992.

Estructura del RD 1435/ 1992

Consta de 3 capítulos, divididos en 10 artículos, además de una disposición adicional única, una disposición transitoria única, dos disposiciones finales y siete anexos:

- Capítulo uno: ámbito de aplicación, comercialización y libre circulación. Artículos del 1 hasta el 7.
- Capítulo dos: procedimientos de certificación de la conformidad. Artículos 8 y 9.
- Capítulo tres: marcado “CE”. Artículo 10.
- Disposición adicional única: derecho de recurso y plazo para presentarlo.
- Disposición Transitoria única: adaptación de la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Disposición final primera: se faculta al Ministerio de Industria para que dicte las disposiciones necesarias para el desarrollo y cumplimiento de este Real Decreto.
- Disposición final segunda: entrada en vigor del Real Decreto el 1 de enero de 1993, excepto para las estructuras de protección contra el vuelco y la caída de objetos, que entrarán de acuerdo al RD 71/ 1992, y para las carretillas automotoras de manutención, reguladas por la Orden de 26 de mayo de 1989, para las que se aplicará a partir del 1 de julio de 1995.
- Anexo I: Requisitos esenciales de seguridad y de salud relativas al diseño y fabricación de las máquinas y de los componentes de seguridad.
- Anexo II: Contenido de la declaración “CE” de conformidad.
- Anexo III: Marcado “CE”.
- Anexo IV: Tipos de máquinas para los que deberá aplicarse el procedimiento contemplado en los párrafos b) y c) del apartado 2 del artículo 8.
- Anexo V: Declaración “CE” de conformidad.

- Anexo VI: Examen “CE” de tipo.
- Anexo VII: Criterios mínimos que deberán cumplir los Organismos de control para ser notificados.

Resumen del RD 1435/ 1992

- Capítulo 1: Ámbito de aplicación, comercialización y libre circulación:

- Artículo 1:

1. Este RD se aplica a las máquinas y a los componentes de seguridad que se comercialicen por separado.

2. Se considera máquina:

- Conjunto de piezas u órganos unidos entre sí, de los cuales uno por lo menos habrá de ser móvil, y, en su caso, de órganos de accionamiento, circuitos de mando y de potencia, u otros, asociados de forma solidaria para una aplicación determinada, en particular para la transformación, tratamiento, desplazamiento y acondicionamiento de un material.
- Conjunto de máquinas que, para llegar a un mismo resultado, estén dispuestas y accionadas para funcionar solidariamente.
- Equipo intercambiable que modifique la función de una máquina, que se ponga en el mercado con el objeto de que el operador lo acople a una máquina.

Se considera componente de seguridad aquél que no constituya un equipo intercambiable, y que el fabricante comercializa con el fin de garantizar, mediante su utilización, una función de seguridad.

3. Quedan excluidos del ámbito de aplicación de este Real Decreto:

- Máquinas cuya fuente de energía sea la fuerza humana.
- Máquinas para usos médicos.
- Materiales para ferias y parques de atracciones.
- Calderas de vapor y recipientes a presión.
- Máquinas para usos nucleares.
- Fuentes radiactivas incorporadas a una máquina.
- Armas de fuego.
- Depósitos de almacenamiento de combustible y conducciones para transporte de gasolina, combustible diesel,...
- Medios de transporte, excepto los empleados en la industria de extracción de minerales.
- Buques marítimos y unidades móviles fuera de costa.
- Instalaciones con cables, incluidos funiculares, para transporte público o no.
- Tractores agrícolas y forestales.
- Máquinas diseñadas para fines militares
- Medios de transporte de personas que utilicen cremallera

- Ascensores que equipan pozos de minas
- Elevadores de tramoya teatral
- Ascensores de obra de construcción.
- Máquinas cuyos riesgos sean fundamentalmente eléctricos, a los que se les aplicará el RD 7/1988.

• Artículo 2:

1. Sólo se podrán comercializar máquinas y componentes de seguridad si no se compromete la seguridad y la salud de las personas.
2. En ferias y demostraciones, podrán exhibirse máquinas que no cumplan con este RD, siempre que se especifique claramente su no conformidad y no se venda.
3. Las Administraciones pueden dictar nuevas disposiciones que mejoren la seguridad y salud de las personas.

• Artículo 3:

No se podrá obstaculizar o prohibir la comercialización y puesta en servicio de maquinaria y componentes de seguridad que cumplan las disposiciones de este Real Decreto.

• Artículo 4:

Las máquinas y los componentes de seguridad a los que se les aplica este Real Decreto deberán cumplir los requisitos esenciales de seguridad y salud que figuran en el Anexo I.

• Artículo 5:

Se considerarán conformes a este Real Decreto las máquinas que estén provistas del marcado “CE” y acompañados de la declaración “CE” de conformidad y los componentes de seguridad que vayan acompañados de la declaración “CE” de conformidad.

Cuando una norma nacional que recoja una norma armonizada publicada en el “Diario Oficial de las Comunidades Europeas”, satisfaga un requisito de seguridad, la máquina fabricada acorde a esa norma se presumirá conforme a dicho requisito. El Ministerio de Industria publicará las citadas normas así como las UNE que le sean de aplicación.

• Artículo 6:

Si se cree que las normas armonizadas no cumplen plenamente los requisitos esenciales, se las someterá a estudio por parte de la Administración del Estado.

- Artículo 7:

Si se comprueba que aún llevando marcado “CE”, existen máquinas o componentes de seguridad que ponen en peligro la seguridad de las personas, la Comunidad Autónoma adoptará las medidas necesarias para retirarlas del mercado y estudiar sus expedientes. Además, adoptará medidas contra el que haya puesto el marcado o haya elaborado la declaración de conformidad de estas máquinas.

- Capítulo 2: Procedimientos de certificación de la conformidad:

- Artículo 8:

Para certificar la conformidad de máquinas y componentes de seguridad con el RD 1435, el fabricante deberá elaborar una declaración “CE” de conformidad. En el caso de máquinas, también deberá colocar sobre la máquina el marcado “CE”. Antes de la comercialización de una maquinaria, debe comprobarse que ésta cumple la normativa vigente, según sea su categoría.

- Artículo 9:

Los organismos españoles encargados de efectuar los procedimientos de certificación deberán ser los organismos de control a los que se refiere el Capítulo I del Título III de la Ley 21/ 1992, los cuales serán autorizados por el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde los organismos inicien su actividad o radiquen sus instalaciones. Estos organismos de control serán auditados periódicamente para comprobar que cumplen su cometido en la aplicación de este Real Decreto. El Ministerio de Industria publicará los organismos de control designados para llevar a cabo esta labor.

- Capítulo 3: Marcado “CE”:

- Artículo 10:

El grabado “CE” se hará de acuerdo a lo estipulado en el Anexo III de este RD. Deberá ponerse en la máquina de manera clara y visible. Esto implica que no pueda llevar la máquina otros marcados parecidos que pueda dar lugar a error. Si la Comunidad Autónoma detecta que se ha colocado indebidamente el marcado “CE”, se avisará al fabricante del producto, o a su representante en la Unión Europea para que lo solucione. En el caso de que persistiera la no conformidad, se podrá proceder a restringir o retirar del mercado dicho producto.

- Disposición adicional única:

Siempre que la Administración Pública restrinja la comercialización de un producto en cumplimiento de este RD, se deberá avisar al perjudicado, indicándole los recursos que se puedan presentar y el tiempo del que dispone para interponerlos.

- Disposición transitoria única:

Se admitirá hasta el 31 de diciembre de 1994 la comercialización y la puesta en servicio de las máquinas conforme a la normativa vigente a 31 de diciembre de 1992.

- Disposiciones finales:

- Primera:

El Ministro de Industria podrá dictar las disposiciones necesarias para el desarrollo y cumplimiento de este RD.

- Segunda:

El presente Real Decreto entró en vigor el 1 de enero de 1993 excepto para las estructuras de protección contra el vuelco y la caída de objetos y las carretillas automotoras de manutención.

Anexo I

REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD Y DE SALUD RELATIVAS AL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y DE LOS COMPONENTES DE SEGURIDAD.

Los requisitos esenciales de seguridad y salud son imperativos. Si por cuestiones técnicas no es posible cumplirlos, la máquina deberá diseñarse y fabricarse para acercarse lo máximo posible a dichos objetivos.

- Requisitos esenciales de seguridad y salud:

- Zona peligrosa: cualquier zona dentro o alrededor de una máquina en la cual la presencia de una persona expuesta suponga un riesgo para la seguridad o la salud de la misma.
- Persona expuesta: cualquier persona que se encuentra en una zona peligrosa.
- Operador: persona encargada de instalar, poner en marcha, regular, mantener, limpiar, reparar y transportar una máquina.

Por su construcción, las máquinas deberán ser aptas para la función para la cual se han diseñado, sin que las personas se expongan a riesgo al manipularlas. El fabricante deberá seguir los siguientes principios relativos a la seguridad: eliminar o reducir los riesgos; adoptar las medidas de protección frente a los riesgos que no hayan podido ser eliminados; informar de los riesgos residuales a los usuarios.

En la utilización normal del equipo, se deberá tener en cuenta los principios ergonómicos. Además, deberá ser entregada con todos los equipos necesarios para ser regulada, mantenida y usada sin riesgos. Los materiales empleados para fabricar la máquina no deben originar riesgos para las personas expuestas, especialmente en el caso de fluidos. En caso de que con la luz ambiental no fuera suficiente, el fabricante debería proporcionar un alumbrado adicional. Se debe intentar no crear sombras

adicionales, deslumbramientos y otros efectos molestos. Se deberá hacer un diseño con vistas a la manipulación. Esto es, podrá ser manipulada con seguridad y embalada para que pueda almacenarse sin peligro. Se deberá contar con soluciones para su transporte cuando por sus dimensiones o peso, la máquina no pueda ser transportada manualmente.

Estas soluciones pueden ser incluir elementos de presión para su manipulación, posibilidad de acoplar dichos elementos.

Los sistemas de mando deberán resistir las condiciones normales de funcionamiento y que no generen situaciones peligrosas en la lógica de las maniobras.

Los órganos de accionamiento deberán ser visibles e identificables, colocados de manera que puedan ser ejecutados con seguridad. Deberán estar colocados fuera de las zonas peligrosas; su maniobra no debe acarrear riesgos y, si los conlleva, deberá llevar medidas de seguridad. En el caso de dispositivos de emergencia, deberán estar diseñados para poder resistir esfuerzos adicionales debido a las condiciones excepcionales en las que utilizarán.

Deberán diseñarse también teniendo en cuenta los principios ergonómicos. La puesta en marcha deberá efectuarse mediante una acción voluntaria ejercida sobre un órgano de accionamiento previsto para tal efecto. Toda máquina deberá estar provista de un órgano de parada normal que permita parar en condiciones de seguridad. La orden de parada tendrá prioridad sobre la de puesta en marcha. También deberá estar provista de un dispositivo de parada de emergencia que permita su parada en situaciones de peligro. Este dispositivo deberá ser fácilmente accesible, parar sin crear nuevos peligros y, si es preciso, generar movimientos de protección. La orden de parada de emergencia estará activa mediante bloqueo hasta que sea desbloqueada. Si la máquina ha sido diseñada y fabricada para que pueda utilizarse en varios modos de funcionamiento, deberá llevar un selector de modo de marcha que pueda ser enclavado en cada posición. La interrupción, el restablecimiento tras la interrupción de la alimentación de energía de la máquina no deberá provocar situaciones de peligro. No deberá producirse una puesta en marcha repentina, ni deberán existir impedimentos para que la máquina pare. Tampoco se deberán producir proyecciones de partes móviles cuando haya un corte de energía. En caso de fallo del circuito de mando, no se deberán crear situaciones peligrosas. Los programas de diálogo entre el operador y el sistema de mando o de control de una máquina se diseñarán de forma interactiva.

La máquina debe ser diseñada para garantizar su estabilidad para las condiciones en las que ha sido diseñada. Si ésta no pudiera ser garantizada, se pondrán medios adicionales de fijación. Tanto la máquina como sus uniones deben estar diseñadas para resistir los esfuerzos normales de funcionamiento. El fabricante será el responsable de indicar el tipo de mantenimiento que hay que hacer para evitar la rotura en servicio. También indicará las piezas susceptibles de cambio y la manera en que ese cambio debe realizarse. Se deberán tomar protecciones para evitar la caída y proyección de objetos así como evitar las aristas cortantes en la maquinaria. Si existen máquinas donde en la misma fase el operario deba coger manualmente la pieza de trabajo y cambiarla de fase, cada fase deberá estar protegida individualmente. Si también la máquina está pensada para que tenga variaciones de

velocidad entre fases, el cambio de velocidad deberá realizarse en condiciones de seguridad.

- Características que deben reunir los resguardos y los dispositivos de protección:

Deberán ser de fabricación sólida y resistente; no ocasionar riesgos suplementarios; no podrán ser fácilmente anulados o puestos fuera de servicio; deberán estar situados fuera de la zona peligrosa, pero al mismo tiempo, no deberán impedir la observación del ciclo de trabajo. Asimismo, deberán poder dejar efectuar labores de mantenimiento, cambios de herramientas, etc., sin que haya que desmontar el dispositivo de protección.

Los resguardos fijos deberán quedar sólidamente sujetos en su lugar, garantizados por sistemas que para su apertura hay que usar herramientas. Los resguardos móviles se dividen en dos grupos, según protejan frente a los daños por elementos móviles de transmisión (como por ejemplo poleas, engranajes, cremalleras, árboles de levas) o frente a elementos móviles que intervengan en el trabajo (como puede ser el caso de herramientas de corte, piezas en proceso de fabricación).

Para los del primer grupo, siempre que sea posible, habrán de permanecer unidos a la máquina cuando sean abiertos, y estar asociados a un dispositivo de enclavamiento para impedir la puesta en marcha intempestiva. Los del segundo grupo deben estar diseñados y enclavados dentro del sistema de mando, garantizando que sea imposible que los elementos móviles empiecen a funcionar si el operador está en la forma de riesgo, impidan que el operador entre en contacto con las partes móviles, sea necesario la utilización de herramientas para manipularlos. En el caso de los dispositivos regulables que restringen el acceso a los elementos móviles, éstos podrán ser manipulados sin necesidad alguna de herramientas fácilmente.

Los dispositivos de protección deberán estar instalados dentro de la propia máquina, debiendo cumplir los mismos requisitos que los resguardos móviles. Hay que tener en cuenta además, estas medidas de seguridad frente a otros peligros. La máquina deberá estar diseñada, fabricada y equipada para prevenir el riesgo eléctrico siempre que la máquina esté alimentada por energía eléctrica.. También se debe evitar la aparición de cargas electrostáticas, o si no, prever elementos de disipación. En el manual de montaje de la máquina deberá figurar, en caso de duda, los sentidos de movimiento del ciclo de trabajo, para evitar errores de montaje. Deberá haber medidas para evitar la exposición de la persona a temperaturas extremas. Para el caso de incendios, la máquina deberá estar equipada contra sobrecalentamiento de gases, líquidos y demás sustancias inflamables. Para evitar el peligro de explosión, el fabricante deberá evitar la excesiva concentración de productos peligrosos, impedir la inflamación de la atmósfera explosiva y, si todo esto fallara, limitar los riesgos de una eventual explosión. La máquina deberá tener el menor nivel posible de ruido, así como de vibraciones y de radiación. Si durante el ciclo de trabajo normal se produjeran emisiones de gases, polvos, etc., la máquina deberá estar equipada con sistemas para su aspiración. Deberá contar con medidas para evitar el atrapamiento de las personas dentro de ella. Si en parte de la estructura de la máquina se van a

situar personas, ésta deberá contar con suelo antideslizante y demás medidas para evitar caídas.

La máquina tiene que estar diseñada para que sus puntos de engrase, ventilación, regulación estén situados fuera de la zona peligrosa, para garantizar la conservación de la máquina. Las tareas de mantenimiento, limpieza, deberán poder ser realizadas con la máquina parada, o al menos, sin entrañar riesgos. Para facilitar las tareas de mantenimiento, el fabricante deberá plantear una conexión para poder instalar un equipo de detección de averías. Las máquinas que permiten fabricar más de una referencia deben tener un acceso fácil para cambiar las herramientas. Toda máquina deberá estar provista de mecanismos que permitan separar sus fuentes de energía. La energía residual deberá poder ser disipada sin peligro para las personas expuestas. Sin embargo, aquellos circuitos que gobiernen sujeción de piezas, alumbrado de emergencia, no deberán ser desconectados. Siempre se ha de diseñar la máquina para que el operador tenga que intervenir lo mínimo posible.

Los dispositivos de información deberán ser comprensibles y sin ambigüedades; deberán ser breves para no sobrecargar al operario. Esto mismo se aplicará a los dispositivos de advertencia. Las señales de advertencia constarán de pictogramas fácilmente comprensibles y estarán redactados en el idioma del país. Si es necesario, también estará redactado en el idioma de los operarios. Toda máquina deberá llevar, de forma legible e indeleble las siguientes indicaciones: nombre y dirección del fabricante; marcado “CE”; designación de la serie o modelo; número de serie; año de fabricación. Dependiendo de su naturaleza, se incluirán indicaciones adicionales de seguridad, como puede ser la velocidad máxima de rotación de una muela.

- Manual de instrucciones:

Toda máquina deberá llevar un manual de instrucciones en el que se indique al menos:

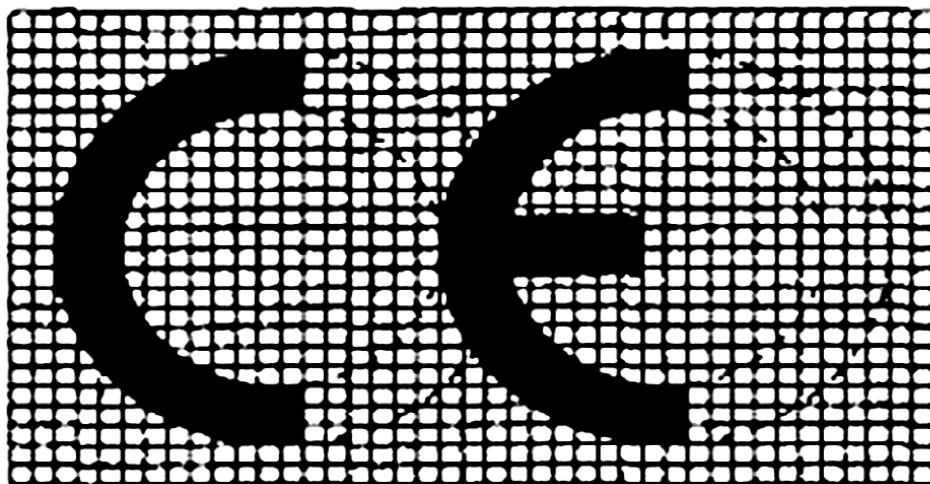
- Recordatorio de las indicaciones de marcado
- Condiciones previstas de utilización
- Puesto de trabajo que pueden ocupar los operadores
- Instrucciones de las operaciones
- Puesta en servicio
- Utilización
- Manutención, indicación de la masa de la máquina
- Instalación
- Montaje y desmontaje
- Reglaje
- Mantenimiento
- Características de las herramientas que puedan acoplarse a las máquinas
- Instrucciones de aprendizaje

El manual deberá estar en el idioma original y además deberá haber al menos una copia en castellano. Incluirá planos y esquemas necesarios para la mejor comprensión de la máquina. Se hará referencia al ruido aéreo emitido por la máquina.

Anexo III

MARCADO “CE” DE CONFORMIDAD.

El marcado “CE” de conformidad estará compuesto de la siguiente forma:



Siempre se deberá conservar las proporciones en el caso de aumentar o disminuir el marcado.

Anexo V

DECLARACIÓN “CE” DE CONFORMIDAD.

La declaración “CE” de conformidad es el procedimiento por el cual el fabricante o su representante en la Unión Europea declara que la máquina comercializada satisface todos los requisitos esenciales seguridad y salud. La firma de la declaración “CE” autoriza al fabricante a poner el marcado “CE” en la máquina. El fabricante debe asegurar y garantizar que tendrá disponible para fines de control la siguiente documentación:

- Expediente técnico constituido por: plano de conjunto de la máquina y plano de su circuito de mando; planos detallados, notas de cálculo, resultados de ensayos que demuestren la seguridad de la máquina; lista de normas, especificaciones técnicas y requisitos esenciales del anexo I de este RD.
- Descripción de las soluciones adoptadas para prevenir accidentes.
- Informe técnico, si se desea, de un laboratorio acreditado.
- Ejemplar del manual de instrucciones de la máquina.

El fabricante deberá aportar las pruebas necesarias sobre los componentes, accesorios o la máquina en su totalidad a fin de determinar si en el diseño y fabricación de la máquina, se ha tenido en cuenta la contabilidad y puesta en servicio de la máquina con seguridad. Si no se presenta la documentación ante un requerimiento de las autoridades competentes, se entenderá razón suficiente para dudar del cumplimiento de este Real Decreto. Esta

documentación deberá ser mantenida durante un tiempo acorde a la importancia de la máquina. En cualquier caso, deberá estar disponible ante las autoridades españolas durante 10 años después de la fabricación de la máquina o 10 años después de la fabricación de la última máquina de la serie. Esta documentación podrá ser redactada en una de las lenguas oficiales de la Unión Europea, a excepción de lo indicado para el manual de instrucciones.

Anexo VI

EXAMEN “CE” DE TIPO.

El examen “CE” de tipo es el procedimiento por el que un Organismo de control comprueba y certifica que el modelo de una máquina cumple las disposiciones correspondientes de este Real Decreto. El fabricante presentará la solicitud de examen “CE” de tipo ante un único Organismo de control para un modelo de máquina. La solicitud deberá incluir:

- Nombre y dirección del fabricante o de su representante legal en la Unión Europea, lugar de fabricación de las máquinas.
- Expediente técnico de construcción, que deberá incluir: plano de conjunto de la máquina y de los sistemas de mando; planos detallados para comprobar la seguridad de la máquina; descripción de las soluciones en relación a la seguridad; ejemplar del manual de instrucciones.
- Un ejemplar de máquina. Si esto no fuera posible, el lugar donde se puede encontrar una.

En esta documentación no deben incluirse planos de la máquina que no estén relacionados con la seguridad de la misma. Durante el examen de la máquina, el Organismo de control:

- Comprobará que la máquina se ha fabricado de acuerdo al expediente técnico de fabricación y ofrece garantías de seguridad en el modo de funcionamiento previsto.
- En el caso de estar fabricada la máquina según alguna norma, se procederá a su Constatación.
- Efectuará los exámenes y ensayos pertinentes para comprobar que la máquina cumple los requisitos esenciales de seguridad y salud.

Si el modelo supera el examen, el Organismo de control elaborará un certificado “CE” de tipo y lo notificará al solicitante. En el certificado quedarán reflejadas las conclusiones del examen, condiciones que se le puedan aplicar y descripciones y diseños para identificar el modelo.

El fabricante tiene obligación de comunicar al Organismo de control acerca de todas las modificaciones que haga, por pequeñas que sean. Después de estudiarlas, el Organismo comunicará al fabricante si aún es válido el certificado “CE” de tipo.

El Organismo de control que deniegue el certificado informará de ello a los demás Organismos de control. Si se retira un certificado “CE”, se deberá informar a la Administración competente, exponiendo los motivos de la retirada.

Toda esta documentación generada se redactará en la lengua oficial del Estado miembro en el que está establecido el Organismo de control, o en una lengua aceptada por éste.

Anexo VII

CRITERIOS MÍNIMOS QUE DEBERÁN CUMPLIR LOS ORGANISMOS DE CONTROL PARA SER NOTIFICADOS.

Ni el Organismo de control ni su personal podrán ser los diseñadores, constructores, suministradores y demás de las máquinas que controlen. El personal que vaya a realizar los ensayos deberá estar libre de presiones y coacciones, sobretodo de orden económico, que pueda influir en sus conclusiones. Deberá estar formado en las tareas que vayan a auditar. Están obligados a guardar secreto profesional de todas sus actividades.

1.8.5 Desarrollo del RD 1215/1997

Definición

REAL DECRETO 1215/ 1997 SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

El RD 1215 pertenece a los que establecen condiciones generales para todos los sectores. Por lo tanto, es de aplicación en todos los órdenes productivos, excepto en aquello en los que la LPRL no es de aplicación. Este RD transpone al derecho español las directivas europeas 89/ 655 CEE modificada por la 95/ 63 CE.

Según el artículo 6 de la LPRL serán las normas reglamentarias las que irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas. De ahí nacen las normas de desarrollo reglamentario donde se deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la salud o seguridad de los mismos.

También el Convenio número 119 de la OIT, de 25 de junio de 1963, ratificado por España el 26 de noviembre de 1971, establece diversas disposiciones relativas a la protección de la maquinaria, orientadas a evitar riesgos para la integridad física de los trabajadores. Y el Convenio número 155 de la OIT de 22 de junio de 1981, ratificado por España el 26 de julio de 1985, establece en sus artículos 5, 11, 12 y 16 diversas disposiciones relativas de maquinaria y demás equipos de trabajo a fin de prevenir los riesgos de accidentes y otros daños para la salud de los trabajadores.

Estructura del RD 1215/1997

Consta de 6 artículos, además de una disposición transitoria, una disposición derogatoria, tres disposiciones finales y dos anexos:

- Artículo 1: Objeto.
- Artículo 2: Definiciones.
- Artículo 3: Obligaciones generales del empresario.
- Artículo 4: Comprobación de los equipos de trabajo.
- Artículo 5: Obligaciones en materia de formación e información.
- Artículo 6: Consulta y participación de los trabajadores.
- Disposición transitoria: Adaptación de equipos de trabajo.
- Disposición derogatoria única: Derogación normativa.
- Disposición final primera: Guía técnica.
- Disposición final segunda: Facultades de desarrollo.
- Disposición final tercera: Entrada en vigor.
- Anexo I: Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo.
- Anexo II: Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo.

Resumen del RD 1215/1997

- Artículo 1: Objeto:

Se establecen las disposiciones mínimas de la seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo empleados por los trabajadores en el trabajo. Las definiciones de “utilización” y “equipos de trabajo” vienen recogidas en el siguiente artículo.

Se aplicarán las disposiciones del RD 39/ 1997 del Reglamento de los Servicios de Prevención. En dicho Reglamento se detallan las obligaciones del empresario en relación con la evaluación de los riesgos y la planificación de la actividad preventiva. Obviamente, la evaluación de los riesgos en un puesto de trabajo implica e incluye la evaluación de los riesgos originados por los equipos de trabajo empleados en dicho puesto. La evaluación de riesgos permitirá determinar si las características de los equipos de trabajo y los procedimientos empleados para su utilización, mantenimiento y comprobación se ajustan a lo dispuesto en este Real Decreto.

- Artículo 2: Definiciones:

- Equipo de trabajo: cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizada en el trabajo. Su definición es muy amplia. Incluye las máquinas- herramientas, máquinas para movimiento de tierras, máquinas para la elevación de cargas, de personas, equipos a presión, equipos a gas, equipos de soldadura, herramientas portátiles, fotocopiadoras,... así como las instalaciones compuestas por una asociación de máquinas que funcionan de forma interdependiente. Las instalaciones de servicio o de protección, tales como las instalaciones eléctricas, de gas o las de protección contra incendios, anejas a los lugares de trabajo, también se consideran como parte integrante de los mismos.

Por todo lo anterior, se puede considerar este RD como una norma marco para la totalidad de los equipos de trabajo, pero el tratamiento que se le da a cada tipo de equipo no es homogéneo. En lo que se refiere a máquinas, el RD contiene un conjunto de requisitos sobre sus características y su utilización. Sin embargo, para los restantes, sólo se incluyen algunos requisitos de carácter general.

- Utilización de un equipo de trabajo: cualquier actividad referida a un equipo de trabajo, tal como la puesta en marcha o la parada, el empleo, el transporte, la limpieza, el mantenimiento,... La seguridad debe estar garantizada en cada una las fases.
- Zona peligrosa: cualquier zona situada en el interior o alrededor de un equipo de trabajo en la que la presencia de un trabajador expuesto entrañe un riesgo para su seguridad o su salud.

Del resultado de una evaluación de riesgos se identificarán los peligros que generan los equipos, las circunstancias en la que los trabajadores pueden estar dispuestos a dichos riesgos (situaciones peligrosas) y los sucesos que pueden dar lugar a que se produzca una lesión o un daño a la salud.

- Trabajador expuesto: cualquier trabajador que se encuentre total o parcialmente en una zona peligrosa. Esta definición es interesante porque no sólo se refiere al operador de un equipo de trabajo sino a cualquier trabajador que pueda encontrarse en la zona peligrosa de dicho equipo de trabajo, tanto de manera permanente (operaciones de control visual en las piezas que salen de una máquina) como de manera ocasional (como el personal de limpieza).
- Operador del equipo: el trabajador encargado de la utilización de un equipo de trabajo.

- Artículo 3: Obligaciones generales del empresario:

Sólo deben emplearse equipos que sean “seguros para el uso previsto”. Este principio se deberá tener en especial consideración a la hora de elegir los equipos cuando van a ponerse por primera vez, ya sean estos equipos nuevos u usados. El equipo debe ser adecuado para el trabajo a realizar o para el proceso a desarrollar. Además debe poseer y tener a disposición de los trabajadores las instrucciones y especificaciones del fabricante o del suministrador del equipo.

Para los equipos ya existentes supone la “prohibición de los usos improvisados y no previstos o en situaciones o condiciones no previstas” que puedan entrañar un riesgo (como por ejemplo utilizar aire comprimido para limpiarse la ropa de trabajo).

Si aun habiendo adoptado todas las medidas de seguridad posibles es necesario reducir aún más el riesgo, el empresario deberá adoptar una serie de medidas complementarias para reducirlo convenientemente. Estas medidas pueden estar relacionadas con las condiciones de uso del equipo (cambiarlo de ubicación, uso restringido) o pueden estar basadas en la información y las instrucciones de

utilización, la señalización, el adiestramiento, la supervisión del trabajo y si es preciso, la utilización de un equipo de protección individual, EPI.

En cualquier caso, el empresario sólo deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación (para el caso de máquinas se deberá seguir el Anexo A de la Guía Técnica que acompaña a este RD y para el caso de otros equipos, seguir el Anexo B de dicha Guía) y las condiciones generales previstas en el Anexo I del Real Decreto 1215.

En dicho Anexo I vienen unos requisitos fijados que deben ser considerados como mínimos absolutos, que deben ser aplicados siempre que los requisitos establecidos por legislaciones anteriores sean menos restrictivas. Se puede suponer que los equipos de trabajo que ya cumplían una normativa de seguridad específica y que han sido mantenidos adecuadamente cumplen las condiciones mínimas de este anexo. En todo caso, siempre se deberá realizar las comprobaciones pertinentes.

Con más razón aún debe suponerse que los equipos sujetos al marcado CE cumplen siempre las condiciones mínimas de este anexo. Pero siempre se debe comprobar que el equipo va realmente provisto del marcado CE y de un manual de instrucciones adecuado.

Además, se comprobará que va acompañado de la declaración CE de conformidad cuando así lo exija la reglamentación existente, como en el caso de las máquinas. Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar: ya sean estas organizativas, ergonómicas, ambientales, etc. El empresario debe examinar las instrucciones del fabricante para asegurarse de que no existen incompatibilidades con las condiciones previstas para el uso del equipo.
- Los riesgos existentes para la seguridad y la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo, así como de los riesgos que puedan derivarse de la presencia o utilización de dichos equipos o agravarse por ellos: la problemática del ruido es un claro ejemplo para ilustrar la “conurrencia de riesgos”. El ruido de una máquina, declarado por el fabricante, puede ser tolerable, pero unido al ruido presente en el ambiente de trabajo, llega a ser intolerable, y hay que tomar medidas compensatorias o incluso, rechazar la máquina.
- Adaptaciones necesarias para la utilización por trabajadores discapacitados: Se debería dedicar una atención especial a los trabajadores con alguna limitación sensorial que dificulte la percepción o la recepción de información.

Se deben tener en cuenta los principios ergonómicos, especialmente en cuanto al diseño del puesto de trabajo y la posición de los trabajadores durante la utilización del equipo de trabajo. Se intenta evitar molestias derivadas de que el puesto no ha sido planteado lo suficiente, muchas veces por desconocimiento de los principios ergonómicos.

El empresario deberá garantizar un mantenimiento adecuado de las máquinas y equipos de trabajo, que satisfagan las condiciones de seguridad y salud de este RD.

Estas labores de mantenimiento deberá ser realizado solamente por personal cualificado y formado para llevarlas a cabo, quedando excluidos el resto de los trabajadores. Un fallo que afecta a la producción se suele hacer patente inmediatamente. Sin embargo, un fallo en un sistema que desempeñe funciones de seguridad críticas puede permanecer oculto a no ser que el plan de mantenimiento prevea ensayos o inspecciones de las medidas de seguridad. Dicho mantenimiento se realizará teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante.

- Artículo 4: Comprobación de los equipos de trabajo:

El empresario deberá garantizar que se inspecciona la seguridad de los equipos de trabajo cuya seguridad dependa en gran medida de las condiciones de instalación, comprobar la seguridad antes de su puesta en marcha inicial y cada vez que el equipo de trabajo cambie de ubicación. Un ejemplo de estos equipos pueden ser los ascensores, donde la seguridad en gran medida depende de las condiciones de instalación.

Se deben garantizar revisiones periódicas para garantizar las medidas de protección de equipos de trabajo que estén sometidos a influencias susceptibles de ocasionar riesgos. Estas influencias suelen ser de dos tipos: las tensiones que sufre un equipo como consecuencia de la naturaleza de las operaciones que efectúa y la exposición a condiciones o agentes ambientales agresivos. Por supuesto, estos equipos deben ser revisados después de que se produzcan acontecimientos excepcionales, como accidentes, fenómenos naturales, falta de uso,...

Las comprobaciones de los equipos serán realizadas por personal competente para llevarlas a cabo. Además, los resultados de estas comprobaciones deberán documentarse y estar a disposición de la autoridad laboral. Deberán guardarse durante toda la vida útil del equipo.

Si los equipos de trabajo se utilizan fuera de la empresa, deberán llevar una prueba (un marcado o un certificado) de que se ha realizado la última comprobación.

Las comprobaciones se ajustarán a lo dispuesto en la normativa específica que les sea de aplicación, que establece:

- El tipo y condiciones de la comprobación
- Las ocasiones en las que tiene que realizarse (tras la instalación, periódicamente y/ o en determinadas circunstancias)
- El personal competente para efectuarlas.

- Artículo 5: Obligaciones en materia de formación e información:

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario debe formar tanto al personal que utilice directamente los equipos de trabajo como a los representantes de los trabajadores, y también a los encargados y supervisores, por la importancia que tienen en la cadena de seguridad.

La formación se debería llevar a cabo mediante programas integrados en un plan de formación de la empresa. Para obtener la máxima eficacia, esta formación no sólo debería ser teórica sino práctica a pie de máquina.

La información debería darse preferiblemente por escrito. El empresario deberá tener en cuenta aspectos como las aptitudes, la experiencia y la formación de los trabajadores implicados, el grado de supervisión y la complejidad y duración del trabajo concreto. La primera fuente de información para el empresario debe ser la proporcionada por el fabricante. El manual de instrucciones de los equipos sujetos al marcado CE debe contener, a este respecto, una información suficiente, que permita realizar una instalación correcta, manejar el equipo y efectuar las operaciones de mantenimiento con seguridad. Es importante que en la información que se le suministra al trabajador, deba quedar claro las condiciones y formas de uso correctas así como las contraindicadas. Se debe aprovechar la experiencia aprendida en otras máquinas similares en materia preventiva.

Se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en el mismo, aun cuando no los utilicen directamente.

- Artículo 6: Consulta y participación de los trabajadores:

Se realizará de acuerdo a lo estipulado en el apartado 2 del artículo 18 de la LPRL. Se recuerda al empresario la obligación de consultar y permitir la participación de los trabajadores o sus representantes respecto a la elección de nuevos equipos, a la adaptación, en su caso, de los existentes y a sus condiciones y forma de utilización, en la medida en la que las decisiones que se tomen influyan significativamente sobre los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores.

- Disposición transitoria única: Adaptación de equipos de trabajo:

Todos los equipos de trabajo que estuvieran a disposición de los trabajadores en el centro de trabajo, deberán ajustarse a lo estipulado en este Real Decreto en su fecha de entrada en vigor. Según lo estipulado en el apartado 1 del Anexo I, dispondrán de doce meses para ajustarse al RD. Esta disposición se refiere no sólo a los equipos de trabajo que se estén utilizando, sino a todos los que se encuentren en la empresa.

En el Anexo D de la Guía Técnica que acompaña a este RD se establecen las excepciones a esta disposición. Si no se puede cumplir el plazo de doce meses, la autoridad laboral, a petición razonada de las organizaciones empresariales más representativas del sector industrial en el que se encuentra ubicada la empresa y previa consulta de las organizaciones sindicales, podrá autorizar excepcionalmente un Plan de Puesta en Conformidad de los equipos de trabajo de duración no superior a cinco años. Dicho Plan deberá ser presentado a la autoridad laboral en un plazo no superior a nueve meses desde la entrada en vigor de este Real Decreto.

La aplicación del Plan de Puesta en Conformidad a las empresas afectadas se efectuará mediante solicitud de las mismas a la autoridad laboral para su aprobación

y deberá especificar la consulta a los representantes de los trabajadores, la gravedad, trascendencia e importancia de los problemas técnicos que impiden el cumplimiento del plazo establecido, los detalles de la puesta en conformidad y las medidas preventivas alternativas que garanticen las adecuadas condiciones de seguridad y salud de los puestos de trabajo afectados.

- Disposición derogatoria única: Derogación normativa:

Quedan derogadas todas las disposiciones de igual o inferior rango que se opongan a lo dispuesto en este Real Decreto, y expresamente los capítulos VII, IX, X, XI y XII del Título II de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de 9 de marzo de 1971.

- Disposición final primera: Guía técnica:

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo elaborará y mantendrá actualizada una Guía técnica, de carácter no vinculante, para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo.

- Disposición final segunda: Facultades de desarrollo:

Se autoriza al Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales a dictar cuantas disposiciones sean necesarias para la aplicación y desarrollo de este Real Decreto, así como las adaptaciones de carácter técnico de sus anexos, en función del progreso tecnológico.

- Disposición final tercera: Entrada en vigor:

El Real Decreto fue publicado en el BOE el 7 de agosto de 1997, y entró en vigor 20 días después, excepto el apartado 2 del Anexo I y los apartados 2 y 3 del Anexo II, que entraron en vigor el 5 de diciembre de 1998.

Anexo I

DISPOSICIONES MÍNIMAS APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Estas disposiciones sólo serán de aplicación si el equipo da lugar al riesgo para el que se especifica la medida. No se tienen que tomar necesariamente las mismas medidas para equipos nuevos (sujetos al marcado CE) que para equipos que ya estuvieran en el centro de trabajo en el momento de entrada en vigor de este Real Decreto.

Es el empresario el que debe determinar si sus equipos de trabajo son conformes o no a las disposiciones de este anexo, y en el caso de disconformidades, definir las medidas preventivas a adoptar. Para ello deberá realizar la evaluación de riesgos que exige la LPRL.

Como regla general, para tomar decisiones, primero se han de identificar los peligros que generan los equipos (cuáles son las fuentes con capacidad potencial para hacer daño), las

circunstancias en que los trabajadores puedan estar expuestos a dichos peligros (situaciones peligrosas) y en esas circunstancias, los sucesos que puedan dar lugar a que se produzca una lesión o un daño a la salud; finalmente, se estima la magnitud de los riesgos correspondientes.

- Órganos de accionamiento:

Este apartado es aplicable tanto a equipos de trabajo con partes móviles como a equipos que puedan generar riesgo, como hornos, generadores de rayos X,...

Los órganos de accionamiento son todos aquellos elementos sobre los que actúa el operador para comunicar las órdenes a un equipo de trabajo, modificar sus parámetros de funcionamiento, seleccionar sus modos de funcionamiento y de mando y, eventualmente, para recibir informaciones. Se trata, en general, de pulsadores, palancas, selectores, volantes, y en el caso de algunos equipos de trabajo (por ejemplo máquinas), de teclados y pantallas interactivas (control numérico).

Deben estar claramente identificados y para ello se utilizarán pictogramas o colores normalizados, como por ejemplo:

- Blanco: puesta en marcha/ puesta en tensión. Para máquinas antiguas es aceptable también el color verde.
- Negro: Parada/ puesta fuera de tensión. Para máquinas antiguas es aceptable el color rojo.
- Rojo: parada de emergencia. Irá sobre fondo amarillo en el caso de pulsadores.
- Amarillo: supresión de condiciones anormales o restablecimiento de un ciclo automático interrumpido.
- Azul: rearme.

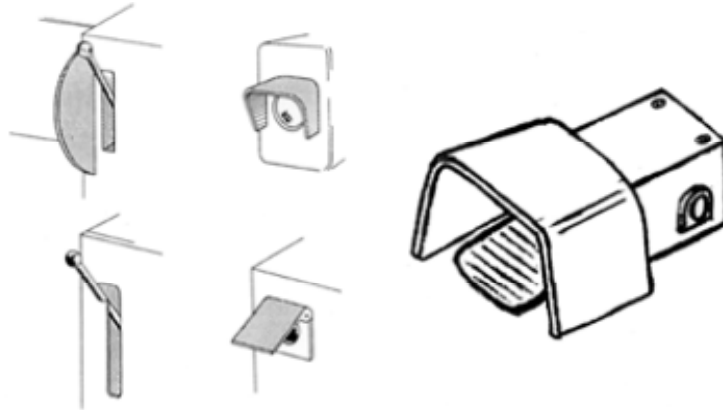
- Posicionamiento:

Los órganos de accionamiento deberán estar situados fuera de las zonas peligrosas y de forma que su manipulación no pueda ocasionar riesgos adicionales. Deberán estar reagrupados en la proximidad de los puestos de trabajo de manera que sean fácilmente accionados por el operador.

Para el caso de máquinas de grandes dimensiones habrá ciertas acciones que deban ser realizadas desde el interior de un área perimetral próxima a los elementos peligrosos. Para ello, se dispondrá de una botonera móvil que podrá contener, según el tipo, dispositivo de validación, mando sensitivo, selector, órgano de puesta en marcha, órgano de parada y órgano de parada de emergencia.

- Accionamiento involuntario:

Estos órganos deben estar dispuestos y protegidos de manera que se impida un accionamiento involuntario. Algunas soluciones para evitarse el accionamiento se pueden ver en la figura adjunta:



- Puesto de mando:

El operador del equipo deberá poder cerciorarse desde el puesto de mando principal de la ausencia de personas en zonas peligrosas. En equipos de grandes dimensiones donde esto no sea posible se deberá contar con medios de control de acceso tales como resguardos móviles con dispositivos de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo, dispositivos de presencia que impidan la puesta en marcha de la máquina cuando hay trabajadores en la zona peligrosa.

Si por razones técnicas no fuera posible la aplicación de medios apropiados, deberá existir un dispositivo de alerta acústica o visual que no de lugar a ambigüedades.

- Sistema de mando:

El sistema de mando de un equipo de trabajo juega un papel primordial en el comportamiento del mismo, garantizando muchas de sus funciones de seguridad. Se considera que un sistema de mando cumple los requisitos establecidos si realiza las funciones de seguridad requeridas, cada una de ellas tiene la resistencia a defectos peligrosos adecuada al nivel de riesgo y es capaz de soportar los esfuerzos que requieren su funcionamiento y la acción de las influencias a que está sometido.

Se trata de que no ocurran fallos en los elementos integrantes del sistema de mando, y si ello no es posible, que el sistema vuelva a una posición de seguridad cuando ocurran los fallos.

La resistencia a fallos peligrosos es un aspecto fundamental al diseñar o seleccionar las partes de los sistemas de mando con funciones de seguridad (incluyendo los

dispositivos de protección asociados a ellas). Dicha resistencia a fallos peligrosos debe ser tanto mayor cuanto mayor sea la magnitud del riesgo que se quiere reducir.

- Puesta en marcha:

La puesta en marcha de un equipo de trabajo sólo será posible mediante uno o varios órganos de accionamiento. La actuación sobre el órgano no implica necesariamente la activación del equipo, ya que pueden ser necesarias primero comprobar ciertos parámetros de seguridad.

Exigir una acción voluntaria del operador para obtener la puesta en marcha de un equipo de trabajo es uno de los principios fundamentales de prevención.

Se debe impedir que un equipo de trabajo se pueda poner en marcha:

- Por el cierre de un resguardo con dispositivo de enclavamiento.
- Cuando una persona se retira de una zona cubierta por un dispositivo sensible, tal como una barrera inmateral.
- Por la maniobra de un selector de modo de funcionamiento.
- Por el desbloqueo de un pulsador de parada de emergencia.
- Por el rearme de un dispositivo de protección térmica.

Estas maniobras sólo autorizan la puesta en marcha, pero no la deben accionar. Para el caso de máquinas automáticas, no deben tener órganos de accionamiento para cambios en sus ciclos de trabajo, pero sí para las acciones que se salen de su funcionamiento normal (mantenimiento, limpieza, etc).

- Parada del equipo:

- Parada general:

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad, garantizando que la máquina no pueda volver a ponerse en marcha de manera intempestiva. En función de los riesgos existentes, la parada podrá ser total o de parte del equipo de trabajo, hasta que el equipo quede en situación de seguridad. Una vez efectuada la parada, se interrumpirá el suministro de energía a los accionadores.

Es importante señalar que el mando de parada general no está diseñado para evitar las situaciones peligrosas, sino para realizar una parada programada y ordenada. Los órganos de accionamiento suelen ser pulsadores, interruptores o pedales de parada.

- Parada desde el puesto de trabajo:

Esta función de parada está destinada a permitir que un operador pueda parar el equipo de trabajo cuando se está produciendo un incidente o bien obtener una parada cuando debe intervenir en una zona peligrosa para una operación

puntual. En general, esta función de parada estará limitada a las partes peligrosas controladas desde dicho puesto de trabajo.

Como en el caso de la parada general, la actuación sobre el órgano de parada no tiene por qué suponer una acción inmediata, sino el comienzo de un ciclo programado de detención. El órgano de accionamiento suele ser un pulsador o un interruptor de dos posiciones.

Se exige la prioridad de las órdenes de parada sobre las órdenes de puesta en marcha, y en general, sobre cualquier otra orden.

- Parada de emergencia:

Un dispositivo de parada de emergencia debe permitir parar una máquina en las mejores condiciones posibles. Si son elementos móviles, habrá una deceleración progresiva de ellos hasta su total parada, que se obtiene mediante la supresión de energía a los accionadores o bien mediante una parada controlada de los accionadores y posteriormente, supresión de energía.

El órgano de mando para esta parada (pulsador de seta, cable, barra, pedal,...) deberá ser rojo sobre fondo amarillo.

Una parada de emergencia no puede considerarse como sustitutivo de las medidas de protección necesarias. Si el suceso peligroso se produce rápidamente (como el aplastamiento en una prensa manual) es improbable que una parada de emergencia aporte alguna ventaja, ya que el operario no tendrá tiempo de reaccionar. Tratándose de máquinas usadas, la aplicación de un dispositivo de parada de emergencia no tiene sentido más que si el tiempo de parada que se obtiene es netamente inferior al obtenido mediante la parada normal.

- Proyecciones, caídas de objetos:

Se pretende la protección contra los peligros mecánicos de caída o de proyección de objetos provenientes de un equipo de trabajo. Se debe tener en cuenta:

- Objetos cuya proyección está ligada a la propia actividad, como viruta, aceite de corte, taladrina, etc.
- Objetos que previsiblemente puedan salir proyectados, como trozos de herramienta, contrapesos, partes móviles de los mandrinos, etc
- Las medidas preventivas deben proteger tanto al operario que está en el equipo de trabajo como a cualquier persona que se encuentre en los alrededores. Estas medidas suelen consistir en:
 - Dotar a los equipos de trabajo de resguardos fijos o móviles que puedan retener los objetos, pero que no molesten mucho para que el controlador del equipo pueda seguir viendo el ciclo de trabajo.
 - Una buena colocación de los equipos de trabajo para que la trayectoria de proyección no coincida donde haya personas.
 - Colocar barreras para que las personas no se acerquen al puesto de trabajo.

- Emisión de gases, vapores, líquidos o polvos:

En este apartado se habla principalmente de máquinas y aparatos fijos que trabajan en proceso abierto. El objetivo es impedir o reducir al mínimo, la dispersión en el ambiente de sustancias peligrosas para la salud.

Las máquinas o equipos nuevos con marcado “CE” que presenten este peligro, ya deben tener sus propios sistemas de protección, como son las campanas extractoras. Para el caso de equipos usados se deberá estudiar la posibilidad de instalar ventilación localizada. El nivel del riesgo depende de la peligrosidad de la sustancia y de las condiciones del trabajo.

- Estabilidad:

Los equipos de trabajo deberán estabilizarse por fijación u otros medios para evitar el vuelque, la basculación o el desplazamiento repentino por falta de estabilidad. La estabilidad de una máquina incluye su estabilidad estática, dinámica (fuerza del viento, vibraciones) y fuerzas dinámicas interiores (como fuerzas de inercia, centrífugas, etc).

Aquellos equipos de trabajo que requieran que los trabajadores se sitúen sobre los mismos, deberán garantizar la seguridad. En concreto, si existe un riesgo de caída de más de dos metros, se deberá disponer de barandillas rígidas de una altura mínima de 90 centímetros que proporcione protección suficiente al trabajador.

La sujeción se puede realizar mediante elementos de sujeción del equipo sobre una base o una estructura adecuada. Otros medios incluyen los amarres a una estructura o plataforma soporte.

La estabilidad de un equipo puede variar desde el momento de su diseño, por ejemplo debido a la acción de fuerzas meteorológicas. En estos casos, habrá que tener en cuenta medios de estabilidad adicional a las del propio equipo.

- Estallidos, roturas:

En los casos en que exista riesgo de estallido o de rotura de elementos de un equipo de trabajo que pueda afectar significativamente a la seguridad o a la salud de los trabajadores deberán adoptarse medidas de protección. Estos elementos son aquellos en los que no se dominan todas las características de diseño o de explotación, y que por tanto pueden presentar peligros de rotura o de estallido por efecto:

- De los esfuerzos normales de explotación (fuerza centrífuga, presión,...)
- De los esfuerzos excepcionales normalmente previsibles (choque, golpe de ariete,...)
- Del envejecimiento de los materiales.

- Elementos móviles y resguardos y dispositivos de protección:

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas. Los resguardos y los dispositivos de protección:

- Serán de fabricación sólida y resistente.
- No ocasionarán riesgos suplementarios.
- No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.
- Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo.
- Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o la sustitución de las herramientas, y para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en el que deba realizarse el trabajo sin desmontar, a ser posible, el resguardo o el dispositivo de protección.

El objetivo es reducir los riesgos debidos a los peligros mecánicos (atrapamiento, aplastamiento, arrastre, cizallamiento, etc) producidos por los elementos móviles de transmisión (ejes, árboles, poleas, rodillos, engranajes,...) o de trabajo (herramientas, muelas, matrices,...).

En general, no es necesario acceder a los elementos de transmisión cuando están en movimiento. Por tanto, la solución más sencilla para impedir que se puedan alcanzar consiste en colocar resguardos fijos. Si es preciso acceder a ellos con frecuencia, normalmente será necesario emplear resguardos móviles asociados a un dispositivo de enclavamiento o bien a dispositivos sensibles. En la práctica, las máquinas viejas están equipadas con resguardos móviles sin enclavamiento; en estos casos será necesario transformarlos en fijos, ponerles una cerradura con llave o asociarlos a un dispositivo que permita garantizar el enclavamiento entre dichos resguardos y los accionadores.

Siempre que sea posible, se debe impedir totalmente el acceso a los elementos móviles de trabajo; para conseguirlo se pueden emplear resguardo fijos (en las partes a las que no es preciso acceder normalmente), resguardos móviles asociados a un dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo, o bien dispositivos de protección (barreras fotoeléctricas, mandos bimanuales,...) que garanticen la parada de los elementos móviles antes de que se pueda acceder a ellos. Cuando la naturaleza del trabajo hace necesario acceder a una parte del elemento móvil (por ejemplo en el caso de las sierras circulares para cortar madera) es preciso colocar resguardos móviles fácilmente regulables en esa zona y resguardo fijos en el resto. Finalmente, si los elementos móviles deben ser accesibles, se pueden adoptar medidas técnicas para reducir las consecuencias de un accidente (por ejemplo, limitar velocidades, utilizar dispositivos de parada de emergencia adecuadamente dispuestos), así como otras medidas preventivas complementarias (formación, procedimientos de trabajo, EPIs, etc.).

En la selección de una medida de protección se deben tener en cuenta: el riesgo a tratar, las condiciones del equipo y de su utilización y las tareas a realizar. Estas medidas no deben obstaculizar excesivamente las operaciones a realizar, porque esto induce a su retirada o neutralización. En general, es aconsejable recurrir a resguardos y dispositivos de protección que dispongan de la declaración CE de conformidad.

- Iluminación:

El objetivo es asegurar en cada puesto de trabajo o de intervención un nivel de iluminación adecuada. En el anexo IV del RD 486/ 1997 sobre los “Lugares de Trabajo” se establecen los niveles de iluminación requeridos en función de las exigencias visuales de las tareas a desarrollar.

En cualquier caso será necesario:

- Evitar deslumbramientos del operador o de otros trabajadores situados en la zona adyacente.
- Evitar sombras que dificulten la realización de la tarea.
- Evitar el efecto estroboscópico (que un objeto que gira u oscila se vea como si estuviera en reposo).
- Lograr que el propio equipo de iluminación no cree nuevos peligros.

En el caso de equipos de iluminación integrados en el equipo, se pondrá especial atención en la protección contra contactos directos e indirectos en ambientes húmedos o muy conductores. En cualquier caso, siempre se debe cumplir el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- Temperaturas elevadas. Temperaturas muy bajas:

Las partes del equipo de trabajo sometidas a estas temperaturas extremas deberán estar protegidas contra los riesgos de contacto o proximidad de los trabajadores, para evitar quemaduras, escaldaduras, congelaciones.

El contacto puede ser voluntario (para acceder a un órgano del equipo) o involuntario, cuando alguien está cerca del equipo.

La temperatura superficial a considerar para evaluar el riesgo depende de la naturaleza del material y de la duración del contacto con la piel. A título demostrativo, se admite, para una superficie metálica lisa, que no existe riesgo de quemadura por contacto involuntario (máximo de 2 a 3 segundos) si la temperatura no excede los 65°C.

Si existe riesgo de quemaduras, se podrán instalar medidas preventivas del tipo:

- Colocar aislantes térmicos
- Adaptar resguardos para la evacuación del calor
- Supresión del acceso mediante barandillas a la zona peligrosa
- Aplicación de cortinas de aire o agua.

Si es necesario que las superficies estén calientes, se deberá recurrir a los equipos de protección individual.

- Señalización:

Las alarmas de los equipos deberán ser perceptibles y sin ambigüedades, además de llevar las advertencias y señalizaciones para garantizar la seguridad de los trabajadores.

Este requisito forma parte de las medidas preventivas de información, que en ningún caso pueden considerarse sustitutorias de las técnicas y organizativas.

Normalmente se presentan en forma de señales luminosas o sonoras, pero pueden también presentarse en forma de mensajes en una pantalla de visualización. De acuerdo a esto, se puede consultar el RD 485/ 1997 sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Los colores para los indicadores y señales luminosas recomendables son los siguientes:

- Verde: condición normal / Fin de alarma.
- Amarillo: Anomalía / Intervención.
- Rojo: Peligro / Acción urgente.

- Consignación:

Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan separarlo de cada una de sus fuentes de energía. El objetivo de este apartado es conseguir, siempre que se pueda, que las intervenciones que haya que realizar en un equipo de trabajo, en particular las operaciones de mantenimiento, reparación, limpieza, ..., no supongan ningún riesgo, gracias a una consignación. La consignación de un equipo de trabajo comprende las siguientes acciones:

- Separación del equipo de trabajo (o de elementos definidos del mismo) de todas las fuentes de energía (eléctrica, neumática, hidráulica, mecánica y térmica).
- Bloqueo (u otro medio para impedir el accionamiento) de todos los aparatos de separación (lo que implica que dichos dispositivos deberían disponer de los medios para poder ser bloqueados). En el caso de máquinas pequeñas, la evaluación del riesgo puede poner de manifiesto que se dan circunstancias favorables que hacen innecesario el bloqueo del aparato de separación, por ejemplo, cuando éste es accesible para la persona que realiza las operaciones.
- Disipación o retención (confinamiento) de cualquier energía acumulada que pueda dar lugar a un peligro. La solución ideal es que la disipación esté automáticamente asociada a la operación de separación. En máquinas ya en uso esta operación se podrá realizar manualmente, mediante procedimientos escritos en la hoja de procesos.

- Verificación, mediante un procedimiento de trabajo seguro, de que las acciones realizadas han producido el efecto deseado.

Según el tipo de energía, la separación es distinta:

- Energía eléctrica:

La separación se puede realizar mediante:

- Un seccionador
- Un seccionador provisto de contacto auxiliar de desconexión de carga antes de que abran sus contactos principales.
- Un interruptor- seccionador.
- Un interruptor automático provisto de la función de seccionamiento.
- Una toma de corriente, para una corriente inferior o igual a 16 A y una potencia total inferior a 3 kw.

Los dispositivos de separación deben garantizar que a cada una de sus posiciones (abierto / cerrado) del órgano de accionamiento le corresponde, de manera inmutable, la misma posición (abierto / cerrado) de los contactos.

- Energía hidráulica y neumática:

El dispositivo de separación puede ser una llave, una válvula o un distribuidor manual. En neumática se suele emplear una “conexión rápida”, de la misma manera que la toma de corriente en electricidad para las máquinas de poca potencia.

- Disipación de energías:

Consiste básicamente en purgar los acumuladores hidráulicos, vaciar los recipientes de aire comprimido, descargar los condensadores, etc. Hay que tener en cuenta que la disipación de energía lleva un tiempo en realizarse, y mientras tanto se pueden producir algunos peligros, como:

- Posible desplazamiento por gravedad de algunos elementos.
- Emisión de chorros de fluido a presión en circuitos hidráulicos o neumáticos que han quedado cargados.
- Contacto con partes en tensión, a pesar del corte de la alimentación de energía eléctrica.
- Elementos con inercia (volantes de inercia, muelas abrasivas, etc.).
- Dificultad para controlar la disipación de ciertas energías, como la térmica o las fuentes de radiación. Para evitar estos peligros se pone a disposición de los trabajadores:

- Puntales o topes mecánicos (dispositivos de retención) que pueden ser utilizados para soportar presiones hidráulicas, sujetar la corredera de una prensa...
- Ganchos y eslingas para mantener cargas.
- Pantallas dispuestas localmente para la protección contra proyecciones de fluidos o para evitar contacto con partes en tensión.

- Incendio y explosión:

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para prevenir el riesgo de explosión, tanto del equipo de trabajo como de las sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste.

Las medidas de seguridad a adoptar se dirigen fundamentalmente a la sustitución, confinamiento, captación- extracción o dilución del combustible y a la prevención de las fuentes de ignición. Dada la gran incidencia de las fuentes de origen eléctrico es sumamente importante que los equipos se ajusten a lo dispuestos en la Reglamentación Electrotécnica.

- Condiciones ambientales agresivas:

Se refiere, esencialmente, a los equipos que se utilizan a la intemperie y a las instalaciones que por las características del proceso generan condiciones ambientales agresivas: equipos para el movimiento de tierras, grúas a la intemperie, tractores...

- Energía eléctrica, contactos directos e indirectos:

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad. En cualquier caso, las partes eléctricas de los equipos de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa específica correspondiente.

El objetivo es evitar que se puedan producir contactos con partes activas, es decir, partes que normalmente están en tensión (contacto directo) o con partes que se han puesto en tensión accidentalmente, en general debido a un fallo de aislamiento (contacto indirecto). Para evitar estos contactos, se deben seguir los siguientes principios:

- En toda parte en tensión debe existir protección contra contactos directos. Una solución muy extendida son los métodos envolventes (armarios eléctricos). Sólo deberán tener acceso a dichos armarios personal cualificado y formado.
- La protección contra contactos indirectos debe estar garantizada conforme a los sistemas de protección establecidos en el ITC 021 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Sistemas utilizados para la protección frente al riesgo eléctrico:

- Clase A: sistemas previstos para que los contactos no sean peligrosos o para impedir los contactos simultáneos entre masas y elementos conductores, entre los cuales pueda haber una diferencia de potencial peligrosa.
- Clase B: sistemas basados en la desconexión automática de la alimentación de energía al producirse un fallo de aislamiento, cuyo objetivo es impedir que la tensión de contacto se mantenga durante un tiempo que pueda significar un peligro.

- Ruidos y vibraciones:

Para el caso de maquinaria nueva, el fabricante debe garantizar por diseño que tome las medidas adecuadas para que el nivel de ruido y vibraciones no sobrepase los valores permitidos.

Para equipos ya en servicio se debe consultar el RD 1316/ 1989 sobre Medidas de Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido.

También se pueden tener en cuenta las siguientes medidas:

- Minimizar la transmisión del ruido y de las vibraciones a través de las estructuras para lo cual, siempre que sea posible, el equipo de trabajo se instalará sobre apoyos antivibrantes.
- Utilizar los equipos de trabajo en condiciones óptimas de funcionamiento, para lo cual es fundamental realizar un buen mantenimiento de los mismo, en el que son aspectos a tener en cuenta la lubricación, los defectos de alineamiento, el equilibrado de masas, la fuerza de apriete entre partes componentes.
- Realizar la transmisión de movimientos entre correas trapezoidales en lugar de cadenas metálicas.
- Utilizar amarres de tuberías elásticos en lugar de rígidos.

Sin embargo, hay equipos en los que la mayor parte del ruido se produce debido a la propia actividad productiva (mecanizado, golpes,...) y en los que habrá que utilizar otras medidas de control como cerramientos, pantallas acústicas o silenciadores.

- Radiaciones:

Entre las posibles fuentes de radiación no ionizante cabe destacar los equipos de soldadura y los equipos que incluyen soldadura láser. Otro campo más restringido es el de los equipos que utilizan o manipulan materiales o fuentes radioactivas. Para ambos tipos de equipos existen disposiciones reglamentarias y normas que fijan los límites de exposición a los mismos.

Sin embargo, aunque existen numerosas aplicaciones industriales en las que se utilizan equipos radioactivos, en el campo de la seguridad de las máquinas no existe en la actualidad, en el ámbito europeo, una normativa específica.

- Tratamiento de líquidos corrosivos o a alta temperatura:

Los equipos de trabajo para el almacenamiento, trasiego o tratamiento de líquidos corrosivos o a alta temperatura deberán disponer de las protecciones adecuadas para evitar el contacto accidental de los trabajadores con los mismos.

Estos equipos deben estar instalados en locales bien ventilados y debidamente aislados, en los que se debe prever la recogida de fugas accidentales o deben existir medios de drenaje seguros, que permitan el vaciado y la carga sin derrames incontrolados.

Las paredes de hornos y similares deben estar convenientemente refrigeradas o apantalladas, siempre que no se puedan sacar fuera del área de trabajo.

- Herramientas manuales:

Este apartado se refiere a herramientas del tipo destornilladores, llaves dinamométricas, martillos, serruchos, etc. Deben estar construidas de materiales resistentes, y la unión entre diferentes partes de la herramienta debe ser firme. Las empuñaduras deberán estar aisladas si el trabajo lo requiere.

Hay que realizar un mantenimiento a lo largo del tiempo de estas herramientas, en especial para comprobar desajustes entre la empuñadura y la parte útil de la herramienta.

- Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo móviles, ya sean automotores o no:

Los equipos de trabajo móviles con trabajadores transportados deberán tener en cuenta el riesgo de contacto entre los trabajadores y las ruedas u orugas, y el riesgo de aprisionamiento por las mismas.

El bloqueo de los órganos de transmisión del equipo de trabajo móvil no puede generar más riesgos. Si los genera, el equipo deberá ser adaptado para que se impida dicho bloqueo.

Deben existir medios de fijación de los elementos de transmisión de energía entre equipos de trabajo móviles que impidan su arrastre por el suelo.

Se deben limitar los riesgos de vuelque en los equipos de trabajo móviles con trabajadores transportados:

- Una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo se incline más de un cuarto de vuelta.
- Una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor del trabajador o trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta.
- Cualquier otro dispositivo de alcance equivalente.

Estas estructuras no serán necesarias cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado o cuando por diseño se haga imposible el vuelco. Si existe riesgo de aplastamiento en el vuelco, se deberá instalar un sistema de retención del trabajador. Las carretillas elevadoras deben limitar los riesgos de vuelco mediante las acciones siguientes:

- Instalación de una cabina para el conductor.
- Contar con una estructura que impida que la carretilla vuelque.
- En caso de vuelco, la estructura debe garantizar un espacio suficiente para el trabajador o trabajadores.
- La estructura debe mantener al trabajador sobre el asiento de conducción e impedir que quede atrapado por partes de la carretilla volcada.

Los equipos de trabajo móviles automotores deben reunir las siguientes condiciones para evitar riesgos:

- Contar con medios que evitan una puesta en marcha no autorizada.
 - Contar con medios que reduzcan las consecuencias de una posible colisión.
 - Contar con dispositivos de frenada y parada. Si es caso, dispositivos de parada de emergencia si falla lo anterior.
 - Contar con dispositivos auxiliares que mejoren la visibilidad.
 - Si van a tener un uso nocturno, dotarlos de dispositivos de iluminación.
 - Contar con dispositivos en la lucha contra el fuego.
 - Si su control es remoto, deberán pararse al salir del campo de aplicación.
 - Si se manejan a distancia y pueden chocar con otros trabajadores, deberán llevar protección contra el riesgo de choque.
 - Deberán ir provistos de señalización acústica de advertencia.
- Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo para la elevación de cargas:

Los equipos de trabajo para la elevación de cargas deberán estar instalados firmemente cuando se trate de equipos fijos, o disponer de elementos resistentes para el resto de casos, teniendo en cuenta las cargas que van a ser levantadas y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación de las estructuras.

Deberá indicarse claramente la carga nominal que es capaz de soportar el equipo de trabajo. Los accesorios de elevación deberán estar identificados con sus características para garantizar un buen uso.

En los equipos instalados de forma permanente se deberá reducir el riesgo de caída en picado de la carga.

Las máquinas para la elevación o transporte de trabajadores deberán poseer las características apropiadas para:

- Evitar los riesgos de caída del habitáculo.
- Evitar los riesgos de caída del usuario fuera del habitáculo.
- Evitar los riesgos de aplastamiento, aprisionamiento o choque del usuario.

- Garantizar la seguridad de los trabajadores que en caso de accidente queden bloqueados en el habitáculo y permitir su liberación.

Si por razones de desnivel en el terreno no se garantizan buenas condiciones de amarre de los equipos de trabajo, se instalará un cable con alto coeficiente de seguridad, cuyo estado se revisará todos los días de trabajo.

Anexo II

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

- Condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo:

Siempre se han de seguir las instrucciones de montaje, instalación, disposición y utilización de los equipos de trabajo facilitadas por el fabricante en el caso de maquinaria nueva.

Para el caso de equipos de segunda mano, que no dispongan de instrucciones del fabricante, se deberán seguir la norma UNE- EN 349:94 sobre espacios mínimos libres necesarios para evitar aplastamientos o atrapamientos y seguir los requisitos del RD 458/ 1997 “Señalización” y el RD 486/ 1997 “Lugares de trabajo”.

En el caso de que se haya modificado el proceso de carga/ descarga original del equipo de trabajo incorporando nuevos equipos auxiliares, se deberá tener en cuenta que no se generen nuevos riesgos.

- Acceso de los trabajadores a los equipos de trabajo:

Los trabajadores deberán poder acceder y permanecer en condiciones de seguridad en todos los lugares necesarios para utilizar, ajustar o mantener los equipos de trabajo. Esto incluye a los equipos de trabajo que disponen de elementos a distinto nivel a los que es necesario acceder con cierta periodicidad. El usuario deberá poner a disposición de los trabajadores escaleras, andamios u otros equipos de elevación de personas que permitan un acceso sin riesgos.

- Utilización de los equipos de trabajo:

Nunca deben utilizarse los equipos de trabajo en condiciones contraindicadas por el fabricante, ya que esto lleva a la aparición de peligros no previstos y de los riesgos que de ellos se derivan.

Sólo tras un análisis detallado de riesgos se podrá utilizar el equipo de manera diferente a su actividad inicial.

Antes de utilizar un equipo de trabajo se comprobará que sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas y que su conexión o puesta en marcha no

representa un peligro para terceros. Si se trata de instalaciones complejas, con un alto índice de utilización, se deberían establecer procedimientos escritos de comprobación de los elementos críticos en los cambios de turno o en las paradas programadas. De todas maneras, el operador de un equipo de trabajo debería advertir al supervisor de cualquier anomalía del equipo o de sus sistemas de protección.

El empresario es el encargado de garantizar la salud y seguridad en sus instalaciones, y debe entregar a los trabajadores equipos de protección individual (EPIs) para reducir al mínimo el riesgo residual que queda después de haber tomado las medidas de protección necesarias.

La limpieza de los equipos debe realizarse cuando los elementos peligrosos se encuentren parados. Sin embargo, si por el funcionamiento de la máquina, es necesario hacerlo mientras está en marcha se deberán dotar a los trabajadores encargados de estas operaciones de herramientas que garanticen la protección por alejamiento.

Los equipos de trabajo deben ser instalados y utilizados de manera que no puedan caer, volcar o desplazarse de manera incontrolada. En el caso de máquinas nuevas, esto se consigue siguiendo las instrucciones del fabricante. Para la maquinaria usada, habrá que usar medidas alternativas para garantizar la seguridad de estas máquinas, como son sujeciones, inmovilizar las ruedas, etc.

Los equipos de trabajo deben utilizarse siempre en condiciones nominales de funcionamiento, esto es, no sometidos a sobrepresiones, sobrecargas, velocidades extremas, tensiones excesivas. Para medir estos indicadores se utilizan los dispositivos de control. Estos deben estar siempre en un buen estado de funcionamiento, y debe comprobarse que no se encuentren puenteados.

Suele ser conveniente separar, en la medida de lo posible, los equipos que puedan dar lugar a proyecciones o radiaciones peligrosas, como soldadura, esmerilado, etc. También se pueden usar mamparas de protección o pantallas móviles. Si el riesgo persiste, hay que dotar al trabajador de EPIs como gafas, pantallas, y ropa de trabajo adecuada.

Para los equipos de trabajo llevados manualmente, como es el caso de traspaletas, toros, vagonetas, grúas guiadas desde mandos suspendidos y en general, medios utilizados para la manutención de material se debe respetar siempre la distancia de seguridad con otros trabajadores y con las estructuras cercanas. En ningún caso se debe pasar por encima de los puestos de trabajo con las cargas suspendidas.

Se prohíbe la utilización de equipos de uso general en condiciones ambientales para las que no están diseñados. El empresario debe adoptar las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo. Se deberán proteger los equipos de trabajo que puedan ser alcanzados por descargas atmosféricas durante su trabajo. Se deben suspender inmediatamente los trabajos en el caso de proximidad de tormentas.

- Montaje y desmontaje de los equipos de trabajo:

Deberá realizarse de manera segura, siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante. Si el equipo es usado y no se disponen de las instrucciones, antes del desmontaje de la maquinaria se debería hacer una hoja con los pasos a seguir en el desmontaje, así como de los posibles peligros que se puedan generar.

- Mantenimiento de los equipos de trabajo:

Las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo que puedan suponer un peligro para la seguridad de los trabajadores se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, haber comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y haber tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras se esté efectuando la operación.

Si es posible, se deben utilizar las mismas medidas de protección que se utilizan para el trabajo normal. Si éstos no se pueden utilizar, se debe ir a modos de funcionamiento en los que el riesgo esté minimizado (baja velocidad, baja presión,...).

El diario de mantenimiento de los equipos de trabajo, si lo tienen, debe estar actualizado. Es una buena práctica prevencionista llevar un registro de las intervenciones de mantenimiento, en particular para equipos de trabajo en los que la evaluación de riesgos determine la existencia de riesgo alto.

- Retirada de los equipos de trabajo:

Tras la retirada de servicio de los equipos de trabajo, éstos deben permanecer con sus dispositivos de protección. Sólo caben dos opciones para los equipos: o bien mantenerlo listo para funcionar, con todas sus protecciones, o tomar las medidas oportunas para que el equipo no pueda ponerse en funcionamiento, eliminando partes vitales del mismo. Si el equipo se cede a terceros, hay que mantenerlo obligatoriamente con las protecciones.

- Herramientas manuales:

Gran parte de los accidentes provocados por las herramientas manuales se derivan de un uso indebido que, aun siendo razonablemente previsible, no puede ser evitado por diseño.

Otro grupo es debido a la aplicación de manera inapropiada de la herramienta. También se pueden producir accidentes por el mal estado de conservación de la herramienta.

- Condiciones de utilización de equipos de trabajos móviles, automotores o no:

La conducción de equipos de trabajo automotores está reservada a los trabajadores con una formación específica, como el carné de carretillero.

Se establecerán unas normas de circulación adecuadas cuando un equipo de trabajo maniobre en una zona de trabajo.

Las zonas de trabajo para estos equipos de trabajo deberán estar organizadas para que no existan trabajadores a pie en ellas.

El acompañamiento de trabajadores en equipos de trabajo móviles movidos mecánicamente sólo se autorizará en emplazamientos seguros acondicionados a tal efecto.

Cuando deban realizarse trabajos durante el desplazamiento, la velocidad deberá adaptarse si es necesario.

No deberán utilizarse equipos de trabajo móviles dotados de motor de combustión en zonas de trabajo con poca cantidad de aire.

- Condición de utilización de equipos de trabajo para la elevación de cargas:

Los equipos de trabajo desmontables deberán emplearse de forma que se pueda garantizar la estabilidad del equipo. La elevación de trabajadores sólo estará permitida mediante equipos de trabajo y accesorios previstos a tal efecto. Deberán tomarse medidas para evitar la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. No estará permitido el paso de cargas por encima de lugares de trabajo no protegidos, ocupados habitualmente por trabajadores.

Los accesorios de elevación deberán seleccionarse en función de las cargas que se manipulen, de los puntos de prensión, del dispositivo, del enganche y de las condiciones atmosféricas, y teniendo en cuenta la movilidad y la configuración del amarre.

Los accesorios de elevación deberán almacenarse de forma que no se estropeen o se deterioren.

- Equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas: si dos o más equipos de trabajo se montan en un lugar de trabajo de manera que sus campos de acción se solapen, deberán adoptarse medidas adecuadas para evitar las colisiones entre las cargas o los elementos de los propios equipos.

Deberán adoptarse medidas para evitar su balanceo, vuelco y, en su caso, desplazamiento y deslizamiento.

Si el operador de un equipo de trabajo para la elevación de cargas no guiadas no puede observar el trayecto completo de la carga, deberá designarse un encargado de señales en comunicación con el operador para guiarle y deberán adoptarse medidas de organización para evitar colisiones.

Los trabajos deberán organizarse de forma que, mientras un trabajador esté colgando o descolgando una carga a mano, pueda realizar con toda seguridad esas operaciones. Todas las operaciones de levantamiento deberán estar correctamente planificadas, vigiladas y efectuadas con vistas a proteger la seguridad de los trabajadores. Cuando dos o más equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas deban elevar simultáneamente una carga, deberá elaborarse y aplicarse un procedimiento con el fin de garantizar una buena coordinación de los operadores.

Si en el caso de una avería total o parcial de la alimentación de energía un equipo no puede mantener las cargas, deberán adoptarse medidas apropiadas para evitar que los trabajadores se expongan a los riesgos correspondientes. Las cargas suspendidas no deben quedar sin vigilancia, salvo si es imposible el acceso a la zona de peligro y si la carga se ha colgado con toda seguridad y se mantiene de forma completamente segura.

El empleo al aire libre de equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas deberá cesar cuando las condiciones meteorológicas empeoren tanto que puedan causar daño a las condiciones de funcionamiento y exponer a los trabajadores a riesgos.

1.9 MANTENIMIENTO

1.9.1 Conceptos básicos de mantenimiento

Definición

Se entiende por mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. El mantenimiento se define como un conjunto de normas y técnicas establecidas para la conservación de la maquinaria e instalaciones de una planta industrial, para que proporcione el mejor rendimiento durante el mayor tiempo posible, a un coste mínimo. El mantenimiento son todas las actividades (como comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes, reparaciones...) necesarias para mantener el equipo e instalaciones en condiciones adecuadas para la función que fueron creadas; además de mejorar la producción buscando la máxima disponibilidad y confiabilidad de los equipos e instalaciones.

En los años 70, en Gran Bretaña nació una nueva tecnología, la Terotecnología (del griego conservar, cuidar) cuyo ámbito es más amplio que la simple conservación: "La Terotecnología es el conjunto de prácticas de gestión, financieras y técnicas aplicadas a los activos físicos para reducir el "coste del ciclo de vida". El concepto anterior implica especificar una disponibilidad de los diferentes equipos para un tiempo igualmente especificado. Todo ello nos lleva a la idea de que el mantenimiento empieza en el proyecto de la máquina. En efecto, para poder llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada es imprescindible empezar a actuar en la especificación técnica (normas, tolerancias, planos y demás documentación técnica a aportar por el suministrador) y seguir con su recepción, instalación y puesta en marcha; estas actividades cuando son realizadas con la participación

del personal de mantenimiento deben servir para establecer y documentar el estado de referencia. A ese estado nos referimos durante la vida de la máquina cada vez que hagamos evaluaciones de su rendimiento, funcionalidades y demás prestaciones.

Antes de profundizar más en algunos de los aspectos señalados, se aclararán algunas de las terminologías a utilizar en el transcurso del análisis del mantenimiento:

- a. Mantener. Conjunto de acciones para que las instalaciones y máquinas de una industria funcionen adecuadamente.
- b. Fallo o avería. Daño que impide el buen funcionamiento de la maquinaria o equipo.
- c. Defecto. Suceso que ocurre en una máquina que no impide el funcionamiento.
- d. Fiabilidad. Es la probabilidad de que un elemento funcione sin fallos durante un tiempo (t) determinado, en unas condiciones ambientales dadas.
- e. Mantenibilidad. Es la probabilidad de que, después del fallo, sea reparado en un tiempo dado.
- f. Disponibilidad. Porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de una máquina o equipo, por ente, de toda la industria, es decir, producción óptima.
- g. Entrenamiento. Preparar o adiestrar al personal del equipo de mantenimiento, para que sea capaz de actuar eficientemente en las actividades de mantenimiento.
- h. Prevención. Preparación o disposición que se hace con anticipación ante un riesgo de fallo o avería de una máquina o equipo.
- i. Diagnóstico. Dar a conocer las causas de un evento ocurrido en el equipo o máquina o evaluar su situación y su desempeño.
- j. Reparación. Solución de un fallo o avería para que la maquinaria o equipo este en estado operativo.

Objetivos

La finalidad del mantenimiento es mantener operable el equipo e instalación y restablecer el equipo a las condiciones de funcionamiento predeterminado; con eficiencia y eficacia, para obtener la máxima productividad. En consecuencia la finalidad del mantenimiento es brindar la máxima capacidad de producción a la planta, aplicando técnicas que brindan un control eficiente del equipo e instalaciones. El mantenimiento incide por lo tanto, en la calidad y cantidad de la producción. La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

Por lo tanto los objetivos principales del mantenimiento son:

- a. Garantizar la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos e instalaciones.
- b. Satisfacer los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- c. Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
- d. Maximizar la productividad y eficiencia.
- e. Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar la mantenibilidad de las nuevas instalaciones.

Son los objetivos probables dentro de una industria, estos estarían garantizando la disponibilidad de equipo y las instalaciones con una alta confiabilidad de la misma y con el menor costo posible. Los objetivos del mantenimiento los podemos resumir en:

1. Garantizar el funcionamiento regular de las instalaciones y servicios.
2. Evitar el envejecimiento prematuro de los equipos que forman parte de las instalaciones, controlando así el ciclo de vida de las instalaciones.
3. Conseguir ambos objetivos a un costo razonable.

La misión del mantenimiento es implementar y mejorar en forma continúa la estrategia de mantenimiento para asegurar el máximo beneficio, mediante prácticas innovadoras, económicas y seguras. Entre esas prácticas pueden estar la vigilancia, la prevención, acciones correctivas y el reemplazo de maquinaria.

Evolución del concepto de mantenimiento

El mantenimiento ha sufrido transformaciones con el desarrollo tecnológico. En los inicios era visto como actividades correctivas para solucionar fallos. Debido a que el ingreso viene de la venta de un producto o servicio en las empresas, esta visión primaria llevó a centrar los esfuerzos de mejora, y con ello los recursos, en la función de producción. El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata. Las actividades de mantenimiento eran realizadas por los operarios de las máquinas. Con el desarrollo de las máquinas se organiza los departamentos de mantenimiento, no sólo con el fin de solucionar fallos, sino de prevenirlos, actuar antes que se produzca. En esta etapa se tiene ya personal dedicado a estudiar en que período se producen los fallos con el fin de prevenirlos y garantizar eficiencia para evitar los costes por averías. Actualmente el mantenimiento busca aumentar y confiabilizar la producción; aparece el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el mantenimiento proactivo, la gestión de mantenimiento asistido por computador y el mantenimiento basado en la confiabilidad.

La evolución del mantenimiento se puede estructurar en las cuatro siguientes generaciones:

1ª Generación: la más larga, desde la revolución industrial hasta después de la 2ª Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. Es el denominado mantenimiento correctivo total. Se espera a que se produzca la avería para reparar.

2ª Generación: entre la segunda guerra mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre la edad de los equipos y las probabilidades de fallo. Se empiezan a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada.

3ª Generación: surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios causa-efecto para averiguar el origen de los problemas. Es el Mantenimiento Predictivo ó detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las

consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe a Producción en las tareas de detección de fallos.

4ª Generación: aparece en los primeros años de los 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como "mal necesario". La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste.

Importancia del mantenimiento

El mantenimiento dentro de la industria es el motor de la producción, sin mantenimiento no hay producción. Todo equipo está sujeto a normas constantes de mantenimiento, dando así alta confiabilidad a la industria; el mantenimiento es un proceso en el que interactúan máquina y hombre para generar ganancias. Produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

Es de suma importancia tener una visión a futuro, planificar y programar el mantenimiento para cubrir toda el área en el tiempo, sea a mediano o largo plazo y además reducir costos de repuestos y materiales, para un mejor desempeño. El mantenimiento está enfocado en la mejora continua y prevención de fallos, mediante una organización y preparación constante para actuar sin dejar caer la producción.

El mantenimiento no debe verse como un costo sino como una inversión, ya que está ligado directamente a la producción, disponibilidad, calidad y eficiencia. En la industria, el jefe de mantenimiento debe ser un especialista en organización gerencial, para asegurar que todas las tareas de mantenimiento se hagan correcta y eficientemente. El equipo de mantenimiento debe estar perfectamente entrenado y motivado para llevar a cabo la tarea de mantenimiento. Se debe tener presente la construcción, diseño y modificaciones de la planta industrial, como también debe tener a mano la información del equipo y herramientas necesarias para el llevar a cabo el mantenimiento.

El mantenimiento incide en la empresa en los siguientes aspectos, de aquí se puede deducir su relevancia:

- Costos de producción.
- Calidad del producto o servicio.
- Capacidad operacional (aspecto relevante dado el ligamen entre competitividad y el cumplimiento de plazos de entrega).
- Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.
- Seguridad e higiene industrial.
- Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.

- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

Muchas son las ventajas al aplicar el mantenimiento eficiente y correctamente, en forma general es garantizar la producción, y mantener los equipos operables aumentando la vida útil. Hay modelos de mantenimiento que ayudan a una inspección constante para tomar decisiones basadas en criterios de ingeniería y desempeño de los elementos que conforman la producción. La planificación ayuda a documentar los mantenimientos que se aplica a cada uno de los equipos, llevar un histórico de desempeño y prevenir fallos. El análisis del mantenimiento brinda instrumentos que ayudan a llevar una codificación según criticidad de los elementos.

Áreas de acción del mantenimiento

De lo dicho hasta aquí se deducen las tareas de las que un servicio de mantenimiento, según el contexto, puede ser responsable:

- Mantenimiento de equipos.
- Realización de mejoras técnicas.
- Colaboración en las nuevas instalaciones: especificación, recepción y puesta en marcha.
- Recuperación y nacionalización de repuestos.
- Ayudas a fabricación (cambios de formato, proceso, etc.).
- Aprovisionamiento de útiles y herramientas, repuestos y servicios (subcontratación).
- Participar y Promover la mejora continua y la formación del personal.
- Mantener la Seguridad de las instalaciones a un nivel de riesgo aceptable.
- Mantenimientos generales (Jardinería, limpiezas, vehículos, etc.).

Todo ello supone establecer:

- La Política de Mantenimiento a aplicar:
 - Tipo de mantenimiento a efectuar.
 - Nivel de preventivo a aplicar.
- Los Recursos Humanos necesarios y su estructuración.
- El Nivel de Subcontratación y tipos de trabajos a subcontratar.
- La Política de stocks de repuestos a aplicar.

De lo que se deduce la formación polivalente requerida para el técnico de mantenimiento.

Cantidad de mantenimiento

En este espacio se analiza la cantidad de mantenimiento que se debe realizar en una industria. La cantidad depende de:

- Del nivel mínimo permitido de las propiedades del equipo definidas por el fabricante.

- El tiempo de uso o de funcionamiento durante el cual el equipo está en marcha y se determina que sus propiedades de funcionamiento bajan.
- La forma en que los equipos están sometidos a tensiones, cargas, desgaste, corrosión, etc. Que causan pérdida de las propiedades de los mismos.

Resumiendo, la cantidad de mantenimiento está relacionada con el uso de los equipos en el tiempo, por la carga y el manejo de los mismos.

Respecto al número de efectivos, debe analizarse en cada caso particular. Depende mucho del tipo de instalación pero sobre todo de la política de mantenimiento establecida:

- Tipo de producción, distribución de las instalaciones.
- Estado de los equipos, grado de automatización.
- Tipo de organización, formación del personal.
- Tipo de mantenimiento deseado.
- Disponibilidad de medios e instrumentos.

Lo que impide plantear el problema cuantitativamente. La preparación y programación de los trabajos es el único instrumento que ayuda a definir los recursos necesarios y las necesidades de personal ajeno, lo que lleva a unos recursos humanos variables con la carga de trabajo.

En cuanto a los niveles de intensidad de mantenimiento aplicables, se presenta un resumen en el cuadro siguiente:

Nivel	Contenido	Personal	Medios
1	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustes simples previstos en órganos accesibles. • Cambio de elementos accesibles y fáciles de efectuar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Operador in situ. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utillaje ligero.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Arreglos por cambio estándar. • Operaciones menores de preventivo (rondas, gamas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico habilitado in situ. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utillaje ligero y repuestos necesarios en stock.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación y diagnóstico de averías. • Reparación por cambio de componentes y reparaciones menores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico especializado in situ o en taller. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utillaje, aparatos de medidas, banco de ensayo, control, etc.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos importantes de mantenimiento correctivo y preventivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo dirigido por técnico especializado (taller). 	<ul style="list-style-type: none"> • Utillaje específico, material de ensayos, control, etc.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos de grandes reparaciones, renovaciones, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo completo, polivalente, en taller central. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maquinas herramientas y específicas.

1.9.2 Principales tipos de mantenimiento

Correctivo

El mantenimiento correctivo o por incidencias es el mantenimiento que se lleva a cabo para efectuar una reparación y permitir que una máquina, instrumento o línea vuelvan a estar operativos y trabajando. Por su naturaleza, debe efectuarse en el momento en que se produce su necesidad ya que consiste en ir reparando averías a medida que surgen. No permite ningún tipo de planificación del momento en que se va a llevar a cabo. Cuando se realice sea posiblemente cuando más lo necesite el equipo averiado. No tiene porqué producirse cuando se dispone de los equipos tanto humanos como técnicos necesarios. En general, en este tipo de mantenimiento, al coste propio del mantenimiento debe añadirse el coste propio asociado al paro de los equipos. Se aplica cuando el coste total de las paradas por averías es inferior que el coste total de las acciones preventivas. Sobre todo se da en sistemas secundarios, cuya avería no afecta de forma significativa a la producción.

Dentro del mantenimiento correctivo hay dos enfoques diferentes:

- Paliativo: se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoca el fallo.
- Curativo: este se encarga de la reparación, eliminando las causas que han producido el fallo.

Las ventajas del mantenimiento correctivo son las siguientes:

- Si el equipo está preparado, la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.
- No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente, por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo, será más prioritaria la experiencia y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.
- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.
- Máximo aprovechamiento de la vida útil de los equipos.

En cambio, las desventajas más significativas son:

- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.
- Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir. Esto implica disponer de un stock importante de repuestos.
- Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia.

Preventivo (PM)

En este caso se trata de efectuar revisiones periódicas de los equipos a partir de las recomendaciones del fabricante o de la propia experiencia. Su objetivo es prevenir la situación de avería, reduciendo la probabilidad de fallo. Dado que se realiza sin que estemos frente al fallo, existe un margen para la planificación, pudiéndose buscar el momento y los recursos más adecuados para su realización teniendo en cuenta tanto las necesidades de producción como las disponibilidades de recursos.

Como principales objetivos o ventajas dentro de este tipo de mantenimiento encontramos:

- Evitar averías mayores originadas por una primera.
- Disminuir la frecuencia de las paradas, ya que en una misma parada se podrán realizar diferentes operaciones de preventivo.
- Reparar en el momento más oportuno y con los recursos tanto humanos como técnicos óptimos.
- Una mejor distribución de las tareas de mantenimiento, optimizando así la plantilla.
- Mantener siempre los equipos en las mejores condiciones posibles.

Como desventajas de este sistema se pueden mencionar:

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.
- No se aprovecha la vida útil completa del equipo.

Aunque las tareas de seguimiento de procesos lleven consigo un gasto adicional, las anomalías se detectarán antes de llegar a ser averías, reduciendo de esta forma el coste de las reparaciones y seguramente el tiempo de duración de éstas. Incluso no existiendo anomalías se realizarán acciones que nos saquen de toda duda respecto a futuras averías. Los resultados esperados tras la implantación de un plan de mantenimiento preventivo son:

- A corto plazo: aumento de las intervenciones de los técnicos de mantenimiento, transformando las operaciones inesperadas (acciones correctivas) en programadas, disminuyendo así su coste y llevando un control total sobre qué y cómo se hace.
- A largo plazo: reducción del número de horas de operario, el tiempo de parada de máquina, el coste de reparación, el consumo de repuestos, así como el aumento de la capacidad de producción y la vida útil de los equipos.

Los métodos que utiliza el mantenimiento preventivo para el conocimiento de los equipos normalmente son:

- Inspecciones visuales: tareas llevadas a cabo tanto por el operario que reconoce in situ pequeñas anomalías que se producen en los equipos, como por el técnico de mantenimiento, que comprueba niveles, funcionamientos etc. Son reconocimientos externos y destinados a que determinados parámetros de funcionamiento de los equipos se mantengan bajo los niveles correctos.
- Medición de temperaturas: detectar posibles daños ocasionados por elementos rozantes con mala lubricación, o simplemente escasa refrigeración de los lubricadores y sistema hidráulico.
- Control de lubricación: análisis de aceites para determinar el grado de desgaste de los elementos lubricados.
- Medición de vibraciones: medición de vibraciones que sean significativas respecto del desgaste que puedan estar sufriendo los diferentes equipos. Se utilizarán sensores, galgas extensiométricas, etc.
- Control de fisuras: nos permitirá conocer la sustitución de algunos elementos antes de llegar al fallo total. Se realizarán mediante ultrasonidos, radiografías...

En el funcionamiento y gestión del mantenimiento preventivo se puede emplear la herramienta de la Calidad Total: el ciclo PDCA o rueda de Deming. Veamos cada una de las fases:

- P=planificar. Determinar lo que hay que hacer, es decir, construir el plan de mantenimiento preventivo. Además se determina la forma de hacerlo, elaborando las gamas y fichas de mantenimiento.
- D=hacer. Consiste en poner el plan en marcha, realizando las tareas y acciones de las fichas de acuerdo a los estándares fijados sobre las gamas especificadas.
- C=verificar. Evaluar los resultados y analizar las causas de las desviaciones. Se sigue la evolución de los indicadores y se estudia las mejoras y optimiza los planes.
- A=acción. Consiste en implantar las mejoras, así como nuevas normas de trabajo, para verificar su adecuación y a continuación, volver a planificar.

Dentro del mantenimiento preventivo podremos hacer las siguientes distinciones:

- a) Mantenimiento de uso o auto-mantenimiento. Se responsabiliza al operario de pequeñas labores de mantenimiento a realizar diariamente que son necesarias y permiten no pasar por alto anomalías que se produzcan en los equipos y que puedan producir daños más graves. Dentro de éste cabe destacar la limpieza y el engrase de los equipos cuya responsabilidad irá unida tanto a los operarios como al departamento de mantenimiento.
- b) Mantenimiento preventivo sistemático. Consiste en revisar y actuar sobre los equipos en intervalos programados antes de que aparezca ningún fallo, teniendo en cuenta la criticidad de cada máquina. La base de este mantenimiento es reducir a cero la probabilidad de fallo de un equipo mediante estas revisiones periódicas. Estas revisiones serán llevadas a cabo normalmente por el servicio de mantenimiento de la empresa y por el S.A.T. del fabricante. Sería bueno involucrar a los operarios dentro de alguna labor periódica de mantenimiento que lleve al mayor conocimiento de las máquinas por parte de éstos. Este mantenimiento requiere una planificación estudiada detalladamente.

El mantenimiento preventivo se utiliza cuando la relación fallo-duración de vida es bien conocida o equipos sometidos a desgaste seguro y conocido.

Predictivo

Este mantenimiento, al igual que el preventivo, también tiene por objeto realizar las acciones antes de que se produzca la situación de avería, pero en este caso no se parte de las recomendaciones del fabricante (recomendaciones recogidas en los libros de instrucciones), sino que se dispone de un sistema de adquisición de datos y de métodos de análisis que permiten establecer anticipadamente cuándo se producirá la situación de avería a partir de la evolución de las medidas a lo largo del tiempo. Los sistemas actuales son monitorizaciones de diferentes parámetros mediante una serie de sensores.

El mantenimiento predictivo permite apurar la situación y efectuar la revisión justo cuando es necesario, evitándose así tener que realizar operaciones de mantenimiento innecesarias. Por otra parte implica la realización de medición en línea de ciertos parámetros (temperatura, presión, vibraciones, voltaje, intensidad, análisis de aceite, termografías, etc.), de forma continua o periódica, así como disponer de métodos efectivos de análisis que permiten extraer información significativa de las medidas efectuadas. Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos y necesita de equipos sofisticados.

Ventajas del mantenimiento predictivo:

- Determinación óptima de la intervención en el equipo o cambio de un elemento.
- Ejecución sin interrumpir el funcionamiento del equipo e instalaciones.
- Nos obliga a dominar el proceso y a tener unos datos técnicos, que nos comprometerá con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.

Inconvenientes:

- La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores de vibraciones tienen un costo elevado. De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de datos.
- Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.
- Por todo ello la implantación de este sistema se justifica en máquina o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionan grandes pérdidas, donde las paradas innecesarias ocasionen grandes costos.

Proactivo

Se ha desarrollado como complemento a la evolución del mantenimiento predictivo. Este concepto engloba los tipos de mantenimiento detallados anteriormente elevándolos a otra dimensión; el análisis de causas. El mantenimiento predictivo puede determinar si algún elemento de la máquina puede fallar, pero no estudia la causa raíz del fallo. El

mantenimiento predictivo no responde a la causa por la cual un rodamiento falla repetidamente aunque si nos indique cuando puede fallar. Para cubrir esta incertidumbre, el mantenimiento proactivo o también conocido como fiabilidad de máquina, analiza la causa raíz de la repetibilidad de la avería, resolviendo aspectos técnicos de las mismas. Por lo tanto, el mantenimiento proactivo es una técnica enfocada en la identificación y corrección de las causas que originan los fallos en equipos, componentes e instalaciones industriales, esta técnica implementa soluciones que atacan la causa de los problemas, no los efectos. El Mantenimiento Proactivo utiliza técnicas especializadas para monitorear la condición de los equipos.

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

Ventajas:

- Tiempo de vida de la máquina es extendido.
- Se incrementa la confiabilidad del equipo.
- Menos fallos y por lo tanto menos daños secundarios.
- Tiempos de parada reducidos.
- Reducción de costos globales de mantenimiento.

Desventajas:

- Costo adicional para instrumentos, sistemas y personal.
- Capacidades adicionales requeridas.
- Inversión adicional.
- Requiere un cambio de filosofía en todos los niveles de la organización.

Mantenimiento modificativo o de mejora

Este tipo de mantenimiento se basa en labores realizadas o potencialmente realizables en los equipos para modificar sus características de producción, para una mejor adaptabilidad al sistema, mejorando así su fiabilidad. Estas labores se pueden llevar a cabo en tres etapas:

- 1ª) En el momento de adquirir el equipo, por necesidades de la empresa: la empresa junto con el proveedor estudia el proceso de producción y determina si la máquina es acorde a sus necesidades o por el contrario hay que hacerle alguna modificación.

2ª) Durante su vida útil, eliminando las causas más frecuentes de fallos: por fallos de diseño, mal acoplamiento a la producción... Se lleva a cabo un cambio del diseño o de algunas de las características de la máquina. Esto necesita de una estrecha colaboración con la casa proveedora.

3ª) En la época de la vejez, reconstruyendo parcial o totalmente el equipo, e introduciendo mejoras. También requiere la colaboración del fabricante del equipo, así como cumplir con la normativa vigente sobre seguridad.

Mantenimiento productivo total (TPM)

Es la traducción de (Total Productive Maintenance). El TPM es la filosofía japonesa de mantenimiento industrial. Es un concepto empujado por la conservación, la modificación y el mejoramiento de las máquinas y los equipos. Con el concepto de Mantenimiento Productivo Total, el mantenimiento no está considerado solamente como una actividad generadora de valor añadido, sino como un proceso importante del mejoramiento de la productividad. El fin del Mantenimiento Productivo Total es reducir en lo posible las paradas de actividad por causa de mantenimiento, mejorar la productividad, implicando a todo el personal. El TPM busca agrupar a toda la cadena productiva con miras a cumplir objetivos específicos y cuantificables. Uno de los objetivos que se busca cumplir en el TPM es la reducción de las pérdidas.

Los objetivos principales del TPM son los siguientes:

- Maximizar la eficacia global del equipo (EGE) mediante la implicación total de los empleados.
- Mejorar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos, mejorando así la calidad y productividad.
- Desarrollo de un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo.
- Cultivar el “expertise” relacionado con los equipos y las capacidades de los operarios.
- Crear un sentido de la propiedad.
- Promover la Mejora Continua (“Kaizen”) a través de actividades de pequeños grupos que involucren a todo el personal.
- Crear un entorno de trabajo vigoroso y entusiasta.

En contra del enfoque tradicional del mantenimiento, en el que unas personas se encargan de "producir" y otras de "reparar" cuando hay averías, el TPM aboga por la implicación continua de toda la plantilla en el cuidado, limpieza y mantenimiento preventivos, logrando de esta forma que no se lleguen a producir averías, accidentes o defectos. Es decir: “Yo opero, tu reparas”, da paso a “Yo soy responsable de mi equipo”. Cabe destacar que el TPM es un camino largo, que debe ser alimentado todos los días con disciplina y constancia este camino no es sencillo, pero si las empresas logran implementar esta metodología los resultados obtenidos serán satisfactorios y marcarán la diferencia con la competencia.

Los cimientos del TPM son las “5S”. Las 5S es una técnica que es denominada de esta manera gracias a la primera letra en japonés de cada una de sus cinco fases. Esta metodología pretende reducir los costos por pérdidas de tiempo y energía, mejorar la calidad de la producción, minimizar los riesgos de accidentes o sanitarios, incrementar la seguridad

industrial y mejorar las condiciones de trabajo al igual que elevar la moral del personal. Las 5S son:

1. Seiri / Clasificar: separar innecesarios. Pretende eliminar lo innecesario en el espacio de trabajo.
2. Seiton / Ordenar: situar necesarios. Pretende organizar adecuadamente los elementos a usar en el espacio de trabajo.
3. Seisō/ Limpiar: eliminar la suciedad. Pretende conseguir un lugar limpio, limpio no es el que más se limpia sino el que menos se ensucia.
4. Seiketsu / Estandarizar: señalar anomalías. Pretende detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles.
5. Shitsuke/ Entrenamiento y autodisciplina: mejorar continuamente. Pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

Esta filosofía, además de por esos cimientos, se sustenta en 8 pilares:

- Mejoras enfocadas: consta en llegar a los problemas desde la raíz y con previa planificación para saber cuál es la meta y en cuanto tiempo se logra. De igual manera, posibilita conservar y transferir el conocimiento adquirido durante la ejecución de acciones de mejora.
- Mantenimiento autónomo: está enfocado al operario ya que es el que más interactúa con el equipo, propone alargar la vida útil de la máquina o línea de producción, mediante un conjunto de actividades que se realizan diariamente por los trabajadores (inspección, lubricación, limpieza, cambio piezas, estudiando mejoras, solucionando problemas...). Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.
- Mantenimiento planeado: su principal eje de acción es el entender la situación que se está presentando en el proceso o en la máquina teniendo en cuenta un equilibrio costo-beneficio. El mantenimiento planeado constituye en un conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.
- Control inicial: consta básicamente en implementar lo aprendido en las máquinas y procesos nuevos. Con este pilar se pretende reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento, así como incluir los equipos en proceso de adquisición para que su mantenimiento sea el mínimo. Los equipos han de ser: fiables, fáciles de mantener, fáciles de operar, seguros...
- Mantenimiento de la calidad: enfatizado básicamente a las normas de calidad que se rigen. Es una estrategia de mantenimiento que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. El Mantenimiento de Calidad se basa en:
 - Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
 - Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos.

- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a las situaciones de anomalía potencial.
- Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

- Entrenamiento: correcta instrucción de los empleados relacionada con los procesos en los que trabaja cada uno. El objetivo principal en este pilar es aumentar las capacidades y habilidades de todo el personal, dando instrucciones de las diferentes actividades de la empresa y como se hacen.
- TPM en oficinas: es llevar toda la política de mejoramiento y manejo administrativo a las oficinas (papelerías, órdenes, etc.). Su objetivo es lograr que las mejoras lleguen a la gerencia de los departamentos administrativos y actividades de soporte y que no solo sean actividades en la planta de producción.
- Seguridad y medio ambiente: trata las políticas medioambientales y de seguridad regidas por el gobierno. La seguridad y el medio ambiente se enfocan en buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo. Los principales objetivos son: cero accidentes, cero contaminaciones.

Algunos de los beneficios más importantes del Mantenimiento Productivo Total:

- Reduce los costes.
- Aumenta la productividad, sin reducir la calidad de producto.
- Evita las pérdidas de todo tipo.
- Satisfacción de los clientes.
- Reduce los accidentes.
- Permite el control de las medidas medioambientales.
- Aumenta el nivel de confianza del personal.
- Hace más limpias y más atractivas las zonas de trabajo.
- Desarrolla el trabajo en equipo.
- Implicación más fuerte del personal.
- Relación personal fuerte entre obreros y sus máquina y equipos.

Desventajas:

- Se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.
- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años.

Modelo de mantenimiento a aplicar a un equipo o instalación

La división de Tipos de Mantenimiento presenta el inconveniente de que cada equipo necesita una mezcla de los tipos de mantenimiento descritos, de manera que no podemos pensar en aplicar uno sólo de ellos a un equipo en particular.

Así, en un motor por ejemplo, nos ocuparemos de su lubricación (mantenimiento preventivo periódico), si lo requiere, mediremos sus vibraciones o sus temperaturas (mantenimiento predictivo), quizás le hagamos una puesta a punto anual (preventivo de puesta a cero) y repararemos las averías que vayan surgiendo (mantenimiento correctivo). La mezcla más idónea de todos estos tipos de mantenimiento nos la dictarán estrictas razones ligadas al coste de las pérdidas de producción en una parada de ese equipo, al coste de reparación, al impacto ambiental, a la seguridad y a la calidad del producto o servicio, entre otras.

El inconveniente, pues, de la división anterior es que no es capaz de dar una respuesta clara a esta pregunta: ¿Cuál es el mantenimiento que debo aplicar a cada uno de los equipos que componen una planta concreta? Para dar respuesta a esta pregunta, es conveniente definir el concepto de Modelo de Mantenimiento. Un Modelo de Mantenimiento es una mezcla de los anteriores tipos de mantenimiento en unas proporciones determinadas, y que responde adecuadamente a las necesidades de un equipo concreto. Podemos pensar que cada equipo necesitará una mezcla distinta de los diferentes tipos de mantenimiento, una mezcla determinada de tareas, de manera que los modelos de mantenimiento posibles serán tantos como diferentes equipos puedan existir.

La principal función de un modelo óptimo de mantenimiento consiste en rebajar el correctivo (no se puede eliminar en su totalidad) hasta el nivel óptimo de rentabilidad para la empresa. Esto no excluye la posibilidad de que en algunas máquinas o instalaciones el correctivo total sea el sistema más rentable.

En el diseño del Plan de Mantenimiento, deben tenerse en cuenta dos consideraciones muy importantes que afectan a algunos equipos en particular. En primer lugar, algunos equipos están sometidos a normativas legales que regulan su mantenimiento, obligando a que se realicen en ellos determinadas actividades con una periodicidad establecida. Algunos equipos están sometidos a normativas o a regulaciones por parte de la Administración. Sobre todo, son equipos que entrañan riesgos para las personas o para el entorno. La Administración exige la realización de una serie de tareas, pruebas e inspecciones, e incluso algunas de ellas deben ser realizadas por empresas debidamente autorizadas para llevarlas a cabo. Estas tareas deben necesariamente incorporarse al Plan de Mantenimiento del equipo, sea cual sea el modelo que se decida aplicarle. Algunos de los equipos sometidos a este tipo de mantenimiento son los siguientes:

- Equipos y aparatos a presión.
- Instalaciones de Alta y Media Tensión.
- Torres de Refrigeración.
- Determinados medios de elevación, de cargas o de personas.
- Vehículos.
- Instalaciones contra incendios.
- Tanques de almacenamiento de determinados productos químicos.

En segundo lugar, algunas de las actividades de mantenimiento no podemos realizarlas con el equipo habitual de mantenimiento (sea propio o contratado) pues se requiere de conocimientos y/o medios específicos que solo están en manos del fabricante, distribuidor o de un especialista en el equipo. Cuando hablamos de un especialista, nos referimos a un individuo o empresa especializada en un equipo concreto. El especialista puede ser el fabricante del equipo, el servicio técnico del importador, o una empresa que se ha especializado en un tipo concreto de intervenciones. Como hemos dicho, debemos recurrir al especialista cuando:

- No tenemos conocimientos suficientes.
- No tenemos los medios necesarios.

El mantenimiento subcontratado a un especialista es en general la alternativa más cara, pues la empresa que lo ofrece es consciente de que no compite. Los precios no son precios de mercado, sino precios de monopolio. Debe tratar de evitarse en la medida de lo posible, por el encarecimiento y por la dependencia externa que supone. La forma más razonable de evitarlo consiste en desarrollar un Plan de Formación que incluya entrenamiento específico en aquellos equipos de los que no se poseen conocimientos suficientes, adquiriendo además los medios técnicos necesarios.

Estos dos aspectos deben ser valorados cuando tratamos de determinar el modelo de mantenimiento que debemos aplicar a un equipo.

1.9.3 Análisis de averías

El análisis de averías se podría definir como el conjunto de actividades de investigación que, aplicadas sistemáticamente, trata de identificar las causas de las averías y establecer un plan que permita su eliminación. Se trata, por tanto, de no conformarse con devolver a los equipos a su estado de buen funcionamiento tras la avería, sino de identificar la causa raíz para evitar, si es posible, su repetición. Si ello no es posible se tratará de disminuir la frecuencia de la citada avería o la detección precoz de la misma de manera que las consecuencias sean tolerables o simplemente podamos mantenerla controlada. El fin último sería mejorar la fiabilidad, aumentar la disponibilidad y reducir los costos. El análisis sistemático de las averías se ha mostrado como una de las metodologías más eficaces para mejorar los resultados del mantenimiento.

Además de las razones generales que justifican la búsqueda de la mejora continua en cualquier proceso, en el caso particular del proceso de mantenimiento son varias las razones específicas que se suelen presentar y que justifican sobradamente ésta práctica como objetivo prioritario:

- a) Evitar la tendencia a convivir con los problemas.
- b) Evitar la tendencia a simplificar los problemas.
- c) Evitar la tendencia a centrarse en el problema del día a día.

Fallos y averías de los sistemas

Antes de proceder al análisis de averías hay que delimitar el alcance del mismo. Esto se consigue definiendo el sistema (funciones y funcionamiento) y los límites del sistema.

Respecto a los fallos, éstos se pueden clasificar atendiendo a diferentes criterios:

- Según se manifiesta el fallo:
 - Evidente.
 - Progresivo.
 - Súbito.
 - Oculto.
- Según su magnitud:
 - Parcial.
 - Total.
- Según su manifestación y magnitud:
 - Cataléptico: Súbito y Total.
 - Por degradación: Progresivo y Parcial.
- Según el momento de aparición (curva de la bañera):
 - Infantil o precoz (fallos de rodaje, ajuste o montaje. Propio de componentes de Tecnología Mecánica, tasa de fallo decreciente).
 - Aleatorio o de tasa de fallos constante (propio de materiales de Tecnología eléctrica/electrónica).
 - De desgaste o envejecimiento (propio de materiales de Tecnología mecánica ó electromecánica, desgaste progresivo, tasa de fallo creciente).
- Según sus efectos:
 - Menor
 - Significativo
 - Crítico.
 - Catastrófico.
- Según sus causas:
 - Primario: la causa directa está en el propio sistema.
 - Secundario: la causa directa está en otro sistema.
 - Múltiple: Fallo de un sistema tras el fallo de su dispositivo de protección.

El modo de fallo es el efecto observable por el que se constata el fallo del sistema. A cada fallo se le asocian diversos modos de fallo y cada modo de fallo se genera como consecuencia de una ó varias causas de fallo; de manera que un modo de fallo representa el

efecto por el que se manifiesta la causa de fallo. La avería es el estado del sistema tras la aparición del fallo.

Método de análisis de averías

La metodología para análisis y solución de problemas, en general, es muy variada y suele ser adoptada y adaptada por cada empresa en función de sus peculiaridades. Haciendo un análisis comparativo de las más habituales, se puede decir que hay dos aspectos fundamentales en los que coinciden:

- El análisis debe centrarse primero en el problema, segundo en la causa y tercero en la solución.
- Las condiciones que debe reunir la metodología para garantizar su eficacia son:
 - Estar bien estructurada, de forma que se desarrolle según un orden lógico.
 - Ser rígida, de manera que no dé opción a pasar por alto ninguna etapa fundamental
 - Ser completa, es decir, que cada etapa sea imprescindible por sí misma y como punto de partida para la siguiente.

A continuación se propone un método sistemático de análisis de averías, estructurado en cuatro fases y con diez etapas:

Fase A: Concretar el Problema:

1. Seleccionar el Sistema.
2. Identificar el Problema.
3. Cuantificar el Problema.

Fase B: Determinar las Causas:

4. Enumerar las Causas.
5. Clasificar y Jerarquizar las Causas.
6. Cuantificar las Causas.
7. Seleccionar una Causa.

Fase C: Elaborar la solución:

8. Proponer y Cuantificar Soluciones.
9. Seleccionar y Elaborar una Solución.

Fase D: Presentar la Propuesta:

10. Formular y Presentar una Propuesta de Solución.

Todo el proceso descrito en las fases A, B, y C se debe recoger en un formato que denominamos FICHA DE ANÁLISIS DE AVERÍAS y respecto a la fase D, se recoge en otro formato, denominado PLAN DE ACCION (se reflejan las actividades a desarrollar, sus responsables y el calendario previsto).

Existen herramientas aplicables a cada una de las etapas, las más utilizadas son las siguientes:

- El diagrama de Pareto: consiste en una representación gráfica de los datos sobre un problema. También se conoce como Diagrama ABC o Ley de las Prioridades 20-80 (el 80 % de los problemas es debido al 20 % de los elementos, se concentra en ese 20 % de elementos en lugar de a todos). Sirve para conseguir el mayor nivel de mejora con el menor esfuerzo posible. Es pues una herramienta de selección que se aconseja aplicar en la fase A (concretar el problema) así como para seleccionar una causa (Etapa 7).

Los pasos a seguir para su representación son:

1. Anotar, en orden progresivo decreciente, los fallos o averías a analizar (importe de averías de un tipo de máquinas, importe de averías del conjunto de la instalación, consumo de repuestos, etc.). En definitiva el problema o avería objeto del análisis.
2. Calcular y anotar, a su derecha, el peso relativo de cada uno (%).
3. Calcular y anotar, a su derecha, el valor acumulado (% acumulado).
4. Representar los elementos en porcentajes decrecientes de izquierda a derecha (histograma) y la curva de porcentaje acumulado (curva ABC).

- El diagrama de Ishikawa: también denominado diagrama Causa-Efecto o de espina de pescado, es una representación gráfica de las relaciones lógicas existentes entre las causas que producen un efecto bien definido. Sirve para visualizar, en una sola figura, todas las causas asociadas a una avería y sus posibles relaciones. Ayuda a clasificar las causas dispersas y a organizar las relaciones mutuas. Es, por tanto, una herramienta de análisis aplicable en la fase B (determinar las causas).

Los pasos a seguir para su construcción son:

1. Precisar bien el efecto: Es el problema, avería o fallo que se va a analizar.
2. Subdividir las causas en familias. Se aconseja el método de las 4M (Métodos, Máquinas, Materiales, Mano de Obra), para agrupar las distintas causas, aunque según la naturaleza de la avería puede interesar otro tipo de clasificación.
3. Generar, para cada familia, una lista de todas las posibles causas. Responder sucesivamente ¿Por qué ocurre? hasta considerar agotadas todas las posibilidades.

- El árbol de fallos: el árbol de fallos es una representación gráfica de los múltiples fallos o eventos y de su secuencia lógica desde el evento inicial (causas raíz) hasta el evento objeto del análisis (evento final) pasando por los distintos eventos contribuyentes. Esta representación gráfica resume y presenta las causas,

conclusiones y recomendaciones. Es, por tanto, una herramienta de análisis muy recomendable para realizar la fase B del Análisis de Averías (Determinar las Causas).

- Matriz de criterios: para la fase C (Elaborar la solución) es muy útil utilizar ésta herramienta que supone disponer de varias soluciones viables y cuantificadas en coste y tiempo. La matriz de criterios nos ayudará a seleccionar la alternativa que resuelve el problema de la manera más global (efectiva, rápida, barata,...). Se trata de una matriz donde aparecen en las filas las distintas soluciones y en las columnas los criterios de valoración (sencillez, rapidez, coste, efectividad, etc.).

El proceso y la matriz es la siguiente:

Alternativas	Criterio			Puntuación total
	C1	C2	C3	
	P	P	P	
A				
B				
C				
D				

- A, B, C, D: alternativas o soluciones. Las alternativas son las distintas soluciones a comparar.
- C1, C2, C3: Criterios de evaluación (coste, rapidez, dificultad, etc.).
- P: Peso del criterio (o factor de multiplicación). 1,2,3, ... para criterios que tengan una influencia positiva y -1, -2, -3, ... para los de influencia negativa (por ejemplo el coste).
- Las soluciones son puntuadas, comparativamente, respecto de cada criterio (si se tienen 4 soluciones se da, a cada una de ellas, una puntuación de 1 a 4, siendo 4 la mejor y 1 la peor).
- Esa puntuación se multiplica por el peso de cada criterio y se suman para obtener la puntuación total. La mejor solución, para los criterios establecidos, es la que alcanza puntuación más alta.

Como llevar a cabo un análisis de averías

Para la mayoría de los casos sería suficiente asignar la organización y confección de los análisis a un especialista (ingeniero de fiabilidad o ingeniero de equipos dinámicos). Sin embargo, cuando los problemas sobrepasan los límites técnicos y organizativos de un especialista, pueden ser analizados mejor por un grupo multidisciplinar:

- Mantenimiento.
- Operaciones.
- Procesos.
- Seguridad.
- Aprovisionamientos.

Es importante que, tanto si el análisis se hace por un grupo o por un especialista, se empiece lo antes posible, una vez ha tenido lugar la avería. De esta forma se evita que se pierdan datos muy importantes para el análisis.

Informe de análisis de averías

Para que se transmita de forma eficaz, la información debe cumplir las tres condiciones siguientes:

- Ser precisa y completa.
- Ser fácil de entender.
- Ser breve para ahorrar tiempo a los lectores.

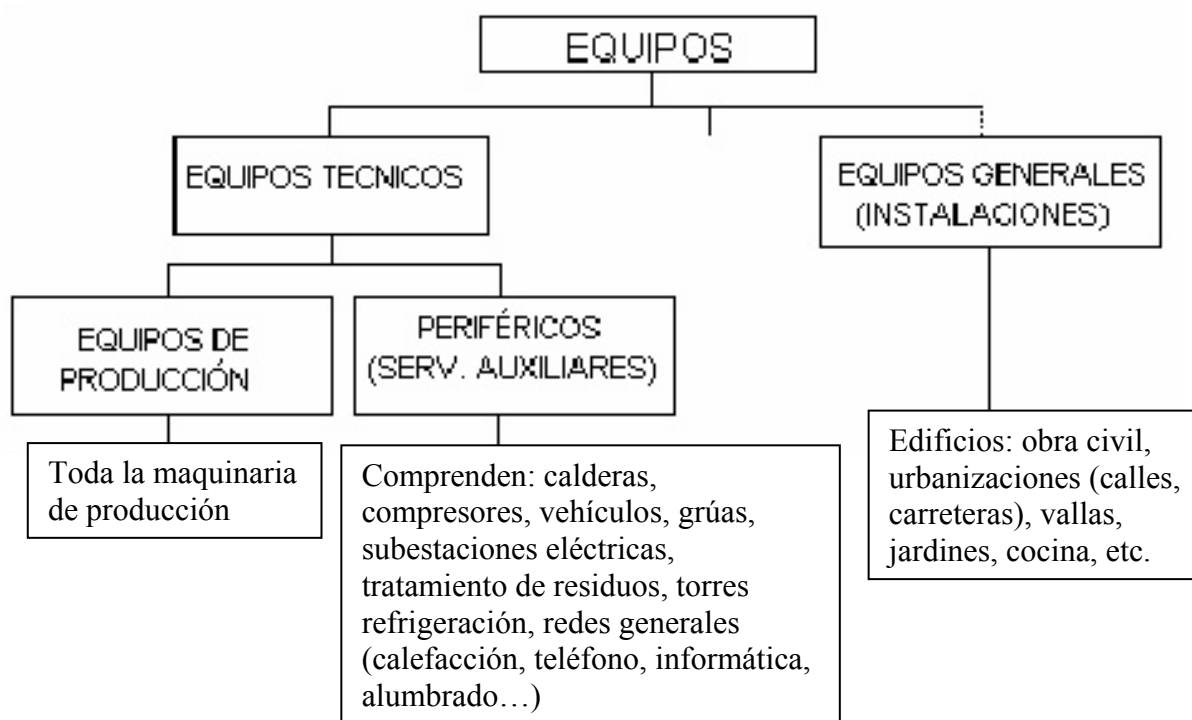
Su estructura más frecuente es la siguiente:

- Título (debe aparecer autor y fecha).
- Sumario (resumen de la avería y la solución).
- Índice (facilita la lectura).
- Antecedentes o Introducción:
 - Objeto y alcance del informe.
 - Fuentes de información.
 - Limitaciones.
- Descripción de la Avería:
 - Descripción de los hechos.
 - Sistemas observados.
- Análisis de las Causas:
 - Sucesión de eventos.
 - Causas inmediatas.
 - Causas remotas.
 - Causa más probable. Diagnostico.
- Conclusiones:
 - Acerca de las causas.
 - Acerca de las soluciones.
 - Conclusión final.
- Recomendaciones:
 - Solución propuesta.
 - Plan de acción. Implementación.
- Apéndices (detalles extensos).

1.9.4 Gestión de los equipos

Clasificación e inventario de equipos

Lo primero que debe tener claro el responsable de mantenimiento es el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener. El resultado es un listado de activos físicos de naturaleza muy diversa y que dependerá del tipo de industria. Se aconseja disponer de un inventario actualizado de los equipos disponibles, codificado y localizado. Un criterio de agrupación por tipos de equipos para clasificarlos por familias, plantas o instalaciones. Además es aconsejable adaptar un criterio de criticidad para asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los diferentes equipos, así como la asignación precisa de un responsable del mantenimiento de los diversos equipos. Una posible clasificación de todos estos activos se ofrece en la siguiente figura:



Dossier de máquina

También llamado dossier técnico o dossier de mantenimiento. Comprende toda la documentación que permite el conocimiento exhaustivo de los equipos:

- Dossier del fabricante (planos, manuales, documentos de pruebas, etc.)
- Fichero interno de la máquina (inspecciones periódicas, reglamentarias, histórico de intervenciones, etc.).

Con carácter general se distinguen tres tipos de documentos:

a) Documentos comerciales que son los utilizados para su adquisición:

- Oferta.
- Pedido.
- Bono de Recepción.
- Referencias servicio post-venta: distribuidor, representante.

b) Documentos técnicos suministrados por el fabricante y que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento:

- Características de la máquina.
- Condiciones de servicio especificadas.
- Lista de repuestos.
- Intercambiabilidad.
- Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos...
- Dimensiones y Tolerancias de ajuste.
- Instrucciones de montaje.
- Instrucciones de funcionamiento.
- Normas de Seguridad.
- Instrucciones de Mantenimiento (engrase, lubricantes, diagnóstico de averías, instrucciones de reparación, inspecciones, revisiones periódicas, lista de útiles específicos, referencias de piezas y repuestos recomendados).

Gran parte de esta documentación, imprescindible para ejecutar un buen mantenimiento, es exigible legalmente en España (Reglamento de Seguridad en Máquinas).

c) Fichero Interno formado por los documentos generados a lo largo de la vida del equipo. Se debe definir cuidadosamente la información útil necesaria. No debe ser ni demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable:

- Codificación.
- Condiciones de trabajo reales.
- Modificaciones efectuadas y planos actualizados.
- Procedimientos de reparación.
- Fichero histórico de la Máquina.

Fichero histórico de la máquina

Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la máquina desde su puesta en servicio. Su explotación posterior es lo que justifica su existencia y condiciona su contenido. Se deben recoger todas las intervenciones correctivas y, de las preventivas, las que lo sean por imperativo legal, así como calibraciones o verificaciones de instrumentos incluidos en el plan de calibración (Manual de Calidad). A título de ejemplo:

- Fecha y número de OT (Orden de Trabajo).
- Especialidad-Tipo de fallo (Normalizar y codificar).
- Número de horas de trabajo.
- Importe.

- Tiempo fuera de servicio.
- Datos de la intervención:
 - Síntomas.
 - Defectos encontrados.
 - Corrección efectuada.
 - Recomendaciones para evitar su repetición.

Con estos datos será posible realizar los siguientes análisis para establecer objetivos de mejora y diseñar el método de mantenimiento más adecuado a cada máquina:

- a) Análisis de fiabilidad: Cálculos de la tasa de fallos, MTBF, etc.
- b) Análisis de disponibilidad: Cálculos de mantenibilidad, disponibilidad y sus posibles mejoras.
- c) Análisis de mejora de métodos: Selección de puntos débiles, análisis AMFE.
- d) Análisis de repuestos: Datos de consumos y nivel de existencias óptimo, selección de repuestos a mantener en stock.
- e) Análisis de la política de mantenimiento:
 - Máquinas con mayor número de averías.
 - Máquinas con mayor importe de averías.
 - Tipos de fallos más frecuentes.

Repuestos

En cualquier instalación industrial, para poder conseguir un nivel de disponibilidad aceptable de la máquina, es necesario mantener un stock de recambios cuyo peso económico es, en general, respetable. Distinguiremos tres actividades básicas en relación con la gestión de repuestos:

1.- Selección de las piezas a mantener en stock. La primera cuestión a concretar es establecer las piezas que deben permanecer en stock. Es fundamental establecer una norma donde se especifique la política o criterios para crear stocks de repuestos. El riesgo que se corre es tener almacenes excesivamente dotados de piezas cuya necesidad es muy discutible, por su bajo consumo. Como consecuencia de ello se incrementan las necesidades financieras (incremento del inmovilizado), de espacio para almacenarlas y de medios para su conservación y control. Por el contrario, un almacén insuficientemente dotado generará largos periodos de reparación e indisponibilidad de máquinas, por falta de repuestos desde que se crea la necesidad hasta que son entregados por el proveedor. Debe establecerse, por tanto, con sumo cuidado los criterios de decisión en función de:

- La criticidad de la máquina.
- El tipo de pieza (si es o no de desgaste seguro, si es posible repararla, etc.).
- Las dificultades de aprovisionamiento (si el plazo de entrega es o no corto).

2.- Fijar el nivel de existencias. A continuación para cada pieza habrá que fijar el número de piezas a mantener en stock. Se tendrá en cuenta para ello en primer lugar

el tipo de inventario al que pertenece (crítico, de seguridad, otros) y, a continuación, los factores específicos que condicionan su necesidad:

- Número de piezas iguales instaladas en la misma máquina o en otras (concepto de intercambiabilidad).
- Consumo previsto-plazo de reaprovisionamiento.

3.- Gestión de stocks. La gestión de stocks de repuestos, como la de cualquier stock de almacén, trata de determinar, en función del consumo, plazo de reaprovisionamiento y riesgo de rotura del stock que estamos dispuestos a permitir, el punto de pedido (cuándo pedir) y el lote económico (cuánto pedir). El objetivo no es más que determinar los niveles de stock a mantener de cada pieza de forma que se minimice el coste de mantenimiento de dicho stock más la pérdida de producción por falta de repuestos disponibles.

Otros materiales

No necesariamente se debe mantener stock de todos los repuestos necesarios. Aquellos tipos genéricos (rodamientos, válvulas, manómetros, retenes, juntas, etc.) que sean fáciles de adquirir en el mercado se deben evitar. Como alternativa se puede tener un contrato de compromiso de consumo a precios concertados con un distribuidor (pedido abierto), a cambio del mantenimiento del stock por su parte (depósito). Otros materiales que normalmente se pueden evitar su permanencia en stock son los consumibles (electrodos, grasas, aceites, herramientas, etc). La situación específica del mercado local recomendará su adquisición en régimen de tránsito (compra puntual bajo demandas), pedido abierto o establecimiento de un depósito en nuestras instalaciones o en las del proveedor.

1.9.5 Gestión de Recursos Humanos

Uno de los aspectos más críticos de la Gestión del Mantenimiento es la Gestión de los Recursos Humanos. El nivel de adiestramiento, estado organizativo, clima laboral y demás factores humanos adquiere una gran importancia ya que determinará la eficiencia del servicio. Aparte del personal de línea (personal operativo que garantiza la producción), la función de mantenimiento requiere de personal de staff (prepara trabajos, procedimientos, provee repuestos, informes, tareas administrativas...). Ha de existir un frecuente intercambio de información y colaboración entre ambas partes.

Formación y adiestramiento del personal

La formación es una herramienta clave para mejorar la eficacia del servicio. Las razones de la anterior afirmación son, en síntesis, las siguientes:

- Evolución de las tecnologías.
- Técnicas avanzadas de análisis y diagnóstico.
- Escaso conocimiento específico del personal técnico de nuevo ingreso.

La formación debe tener un carácter de extensión interdisciplinar y continuidad. Se materializa mediante cursos planeados y un Programa Anual de formación.

El adiestramiento o desarrollo de habilidades, por el contrario, tiene fines exclusivamente técnicos y se consigue mediante:

- a) Indicaciones diarias de supervisores o adiestramiento continuo.
- b) La influencia que realiza el operario experto sobre su ayudante a través del propio trabajo.
- c) Cursos periódicos en escuelas profesionales.

En definitiva, mientras el adiestramiento busca fines técnicos exclusivamente, la formación trata de provocar un cambio y de concienciar sobre la existencia de problemas. Nunca se insistirá suficientemente sobre la importancia y necesidad de disponer de un plan anual de formación, justificado, presupuestado y programado como medio para mejorar la eficiencia y la satisfacción del personal.

Subcontratación del mantenimiento

La tendencia actual de la organización de mantenimiento es tener menos personal (disminución cuantitativa) pero un personal cada vez más preparado técnicamente (mejora cualitativa). Una vez preparado el trabajo y a la vista de la carga pendiente, se puede decidir subcontratar algunas tareas. Es una de las decisiones de la política de mantenimiento. Depende de consideraciones económicas, técnicas y sobre todo estratégicas. En términos generales se suele subcontratar por algunas de las siguientes razones:

- Sobrecargas (paradas anuales,...).
- Trabajos para lo que existen empresas más preparadas y mejor dotadas (automóviles, soldaduras especiales, etc.).
- Trabajos muy especializados (rebobinados de transformadores, recargues duros, rectificadores especiales...).
- Reducción de costes, al pasar unos costes fijos a variables.
- Dificultades de reclutamiento.
- Inspecciones reglamentarias con empresas homologadas.
- Etc.

Los trabajos que con mayor frecuencia se suelen contratar son:

- Mejoras y Revisiones Generales (paradas).
- Reconstrucción y recuperaciones.
- Mantenimiento equipos periféricos (teléfonos, alumbrado, ascensores).
- Conservación General (obra civil, jardinería, calorifugado, fontanería, limpiezas...)

El proceso de subcontratación es el siguiente: primero se elige al contratista y se negocian las condiciones. Después se redacta el pedido. Este proceso debe de ser gestionado de forma centralizada, normalmente por el departamento de compras.

1.9.6 Gestión del trabajo

Política de mantenimiento

El primer paso antes de concretar cómo se van a gestionar los trabajos es establecerla política de mantenimiento. La política o estrategia de mantenimiento consiste en definir los objetivos técnico-económicos del servicio así como los métodos a implantar y los medios necesarios para alcanzarlos.

Establecer el plan de mantenimiento

Primero se identifican y clasifican los equipos mediante un inventario. A continuación se recopila toda la información que sea útil desde el punto de vista de mantenimiento (condiciones de trabajo, recomendaciones del fabricante, condiciones legales...). Posteriormente se decide el tipo de mantenimiento que se aplica a cada equipo (depende de características equipo y producción). Después se lleva a cabo el programa de mantenimiento preventivo (se coordina en conjunto para optimizar la mano de obra). Más tarde se establece la guía de mantenimiento correctivo, es difícil prever la carga de este tipo de trabajo, con la experiencia se puede tipificar mediante procedimientos los trabajos más frecuentes. Finalmente se organiza el trabajo (recursos humanos necesarios, estructura administrativa y el sistema de programación de trabajos).

Análisis de modos de fallo y defectos (AMFE)

Método riguroso de análisis que utiliza todas las experiencias y competencias disponibles de los estudios, métodos, mantenimiento, fabricación y calidad. Es un método inductivo y cualitativo que permite pasar revista al conjunto de los órganos de un sistema ó instalación, definiendo:

- Los tipos de fallos reales ó potenciales.
- Causas posibles.
- Consecuencias.
- Medios para evitar sus consecuencias.

Su objetivo es, por tanto, identificar las causas de fallos aún no producidos, evaluando su criticidad (es decir, teniendo en cuenta su frecuencia de aparición y su gravedad). Permite definir preventivamente los fallos potenciales, lo que orienta sobre las políticas de mantenimiento a adoptar y las políticas de repuestos. En definitiva es una búsqueda sistemática de tipos de fallos, sus causas y sus efectos. Precisa un tratamiento de grupo multidisciplinar, lo cual constituye una ventaja adicional por el enriquecimiento mutuo que se produce.

Se realiza mediante una hoja estructurada que guía el análisis.

Planificación de los trabajos

Para que los trabajos se puedan realizar con la eficiencia deseada es preciso:

- Concretar el trabajo a realizar.
- Estimar los medios necesarios (mano de obra, materiales, tiempos de trabajo).
- Definir las normas de Seguridad y Procedimientos aplicables.
- Obtener el permiso de trabajo.

Se trata, por tanto, de hacer la preparación tanto de la mano de obra como de los materiales (repuestos, grúas, andamios, máquinas-herramientas, útiles, consumibles, etc.), y por ello podemos decir que es una actividad imprescindible para una adecuada programación.

Programación de los trabajos

Las características tan diferentes de los distintos trabajos que tiene que realizar el mantenimiento obliga a distintos niveles de programación:

1º.- Ya a nivel de Presupuesto Anual, se han de definir, lo que podríamos llamar, "TRABAJOS EXTRAORDINARIOS". Se trata de grandes reparaciones previstas en el presupuesto anual o paradas/revisiones programadas, sean de índole legal o técnicas. Se trata de una programación a largo plazo (1 año o más). El trabajo se puede cuantificar, prever medios necesarios, tiempo de ejecución e incluso se dispone de elementos de juicio para determinar la fecha de comienzo.

2º.- Existe una programación a medio plazo (semanal, mensual) en la que se puede preveer:

- Carga de Mantenimiento Preventivo, resultante de dividir la carga total anual en bloques homogéneos para cada período. Normalmente, esta programación se suele hacer semanalmente.
- El resto lo constituye la carga de mantenimiento correctivo, no urgente, que por tanto, debe ser cuantificado en horas y preparado adecuadamente para asegurar su duración y calidad.

3º.- Por último, es imprescindible realizar una programación diaria (corto plazo, turno o jornada) dónde se desarrolla y concreta el programa anterior (semanal/mensual) y en el que se insertan los trabajos urgentes e imprevistos. Para ellos, se estima un 20% de los recursos programables, aunque depende del tipo de trabajo.

Existen programas para la planificación, programación y gestión de trabajos de mantenimiento. (Gestión de datos técnicos, gestión de stocks, gestión de comprar, gestión de costos). La cantidad de informaciones cotidianas disponibles en un servicio de mantenimiento implica medios de recogida, almacenamiento y tratamiento que solo lo permite el útil informático. Un programa de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) ofrece un servicio orientado hacia la gestión de las actividades directas del mantenimiento, es decir, permite programar y seguir bajo los tres aspectos, técnico, presupuestario y organizacional, todas las actividades de un servicio de mantenimiento y los objetos de esta actividad a través de terminales distribuidos en oficinas técnicas, talleres, almacenes y oficinas de

aprovisionamiento. Entre otros están el SAP PM, MAXIMO, MP2, PRISMA Sisteplant, SIMI, Ellipse, PGMWin, MAGMA...

Podemos indicar que aporta las siguientes principales ventajas:

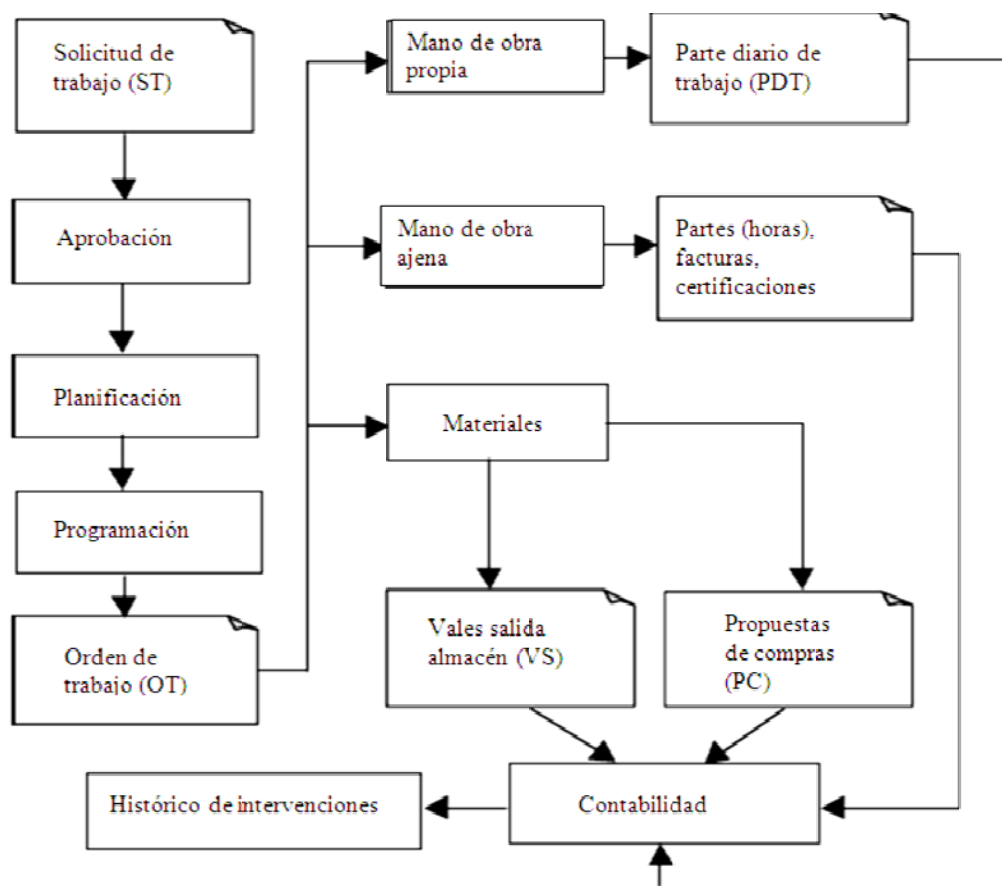
- Exige que se ponga orden en el servicio de mantenimiento.
- Mejora la eficacia.
- Reduce los costos de mantenimiento.
- Es una condición previa necesaria para mejorar la disponibilidad de los equipos.

Ejecución de los trabajos y documentos

El proceso completo de realización de trabajos incluye los siguientes pasos:

- Identificación del trabajo.
- Planificación.
- Programación.
- Asignación.
- Ejecución.
- Retroinformación.

En el esquema siguiente se resumen los documentos que se suele utilizar:



El proceso indicado es aplicable al mantenimiento correctivo. Para el mantenimiento preventivo se simplifica, ya que se lanzan directamente las OTs (no existen STs).

1.9.7 Control de la gestión de mantenimiento

El presupuesto de mantenimiento

Antes de que empiece un nuevo ejercicio económico (normalmente el año natural) hay que estimar cuánto va a ser el gasto anual de mantenimiento, es decir, confeccionar el presupuesto anual de mantenimiento. El presupuesto no sólo constituye un instrumento de gestión para el control de la eficacia del mantenimiento sino que, sobre todo, debe ser una herramienta de planificación si se aprovecha su confección para hacer una profunda reflexión sobre el servicio que debemos implantar:

- ¿Qué funciones se espera del servicio?
- ¿Qué medios necesito para realizar dichas funciones?
- ¿Cuánto suponen estos medios?
- ¿Qué objetivos (cuantificables) vamos a tratar de conseguir?
- ¿Cómo vamos a medir los logros?
- ¿Cómo vamos a controlarlos y hacer el seguimiento de su evolución?

Es una buena ocasión para concretar, por escrito, los acuerdos con producción sobre el nivel de servicio a prestar. Previamente se necesita conocer el programa anual de fabricación. Después se agrupa el gasto en partes o categorías: mantenimiento ordinario (correctivo, preventivo y predictivo) y mantenimiento extraordinario (grandes reparaciones, mejoras, paradas programadas...). Para cada una de estas categorías hay que precisar las necesidades de mantenimiento propio, ajeno y recursos materiales, así como otros recursos (agua, electricidad, gastos de formación, gestión...). De todo ello resultará la estructura presupuestaria.

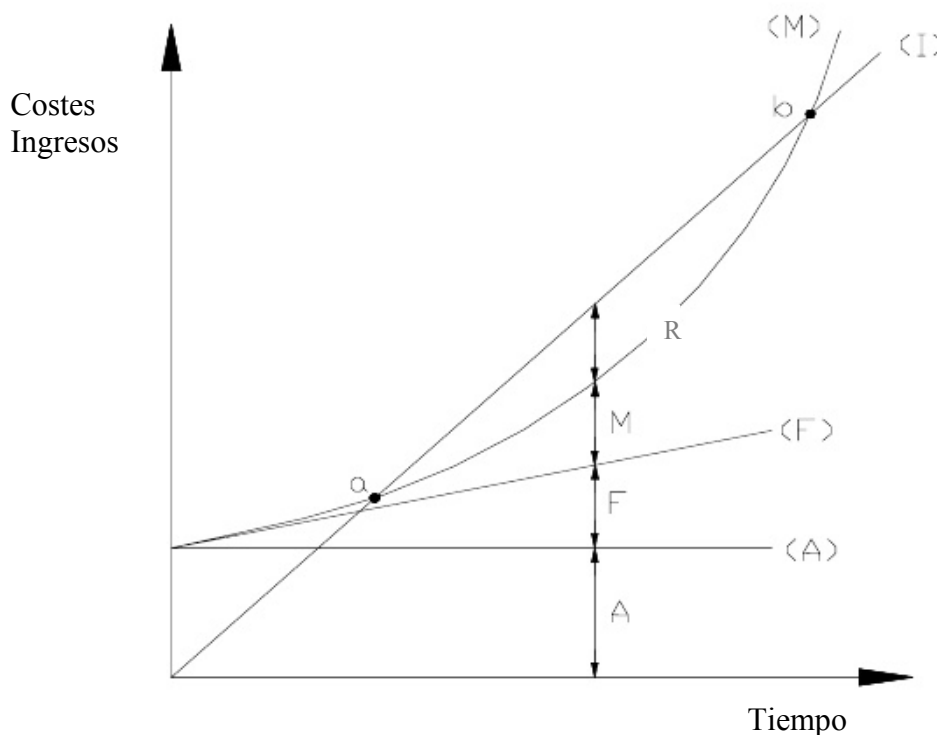
Costes de mantenimiento

El cálculo antes realizado no deja de ser un ejercicio de pura imaginación: son gastos estimados. Cuando hablamos de costes en mantenimiento nos referimos a los que se van constatando en la realidad, con la marcha de las instalaciones y del funcionamiento real del servicio. En un entorno cada vez más competitivo, cada vez adquiere más importancia el control de los costes de mantenimiento.

Los costes pueden ser directos o indirectos. Los costes directos están compuestos por la mano de obra y materiales necesarios para llevar a cabo el mantenimiento. Los costes indirectos o también denominados de avería, son los derivados de la falta de disponibilidad o del deterioro de las funciones de los equipos. Estos no suelen ser objeto de una partida contable tal como se aplica a los costes directos, pero su volumen puede ser incluso superior a los directos. Formarían parte de esta partida los siguientes:

- La repercusión económica por pérdida de producción por paro, falta de disponibilidad o deterioro de la función y los costes de falta de calidad.
- Las penalizaciones por retrasos en la entrega.
- Los costes extraordinarios para paliar fallos en equipos productivos: horas extraordinarias, reparaciones provisionales, etc.
- Los efectos sobre la seguridad de las personas e instalaciones así como los efectos medioambientales provocados por los fallos.

La suma de los costes directo y los indirectos da el coste integral de mantenimiento. También cabe destacar el coste del ciclo de vida de un equipo. Este incluye: el coste de adquisición (A), los costes de mantenimiento (M), funcionamiento (F) y el valor residual del equipo (r). El coste global (C) sería: $C=A+M+F+r$. Si el ingreso acumulado por la explotación es (I), el resultado de explotación (R) es: $R=I-C$. Se representa en la siguiente grafica (prescindiendo de r, R es positiva entre a y b) la evolución de estas magnitudes a lo largo del tiempo:



Antes de llegar al punto “a” (tiempo de retorno de la inversión) la operación no es rentable pues los gastos superan los ingresos. A partir de “b” vuelve a presentarse la misma situación por el incremento exponencial que experimentan los costes de mantenimiento cuando se ha agotado la vida útil del equipo.

Los costes de mantenimiento son recogidos día a día en las OT-s, Vales de Salida del almacén, certificación de trabajos...

Control de gestión

Gestionar es tomar decisiones con conocimiento de causa. La gestión del mantenimiento se realiza bajo la responsabilidad del jefe del servicio, partiendo de indicadores del cuadro de mando y normalmente con decisiones colegiadas ó concertadas con el "grupo de consejeros" que depende del tamaño de la instalación. Este grupo de consejeros suele ser la ingeniería de mantenimiento, que despojada de responsabilidades operacionales, prepara el cuadro de mando y realiza el análisis crítico y las propuestas de mejora. El cuadro de mando es el conjunto de informaciones tratadas y ordenadas de forma que permiten caracterizar el estado y la evolución del servicio de mantenimiento mediante gráficos y ratios.

Toda esta masa de información a tratar implica medios de recogida, almacenamiento y tratamiento informático que es lo que constituye un Programa de Gestión de Mantenimiento asistida por ordenador (GMAO), tal y como se ha indicado anteriormente.

Ratios de control

Los ratios, índices o indicadores utilizados para el cuadro de mando están formados por una relación convencional de dos dimensiones cuantificadas, que pueden ser de distinta naturaleza. Se utilizan para el control de la gestión y constituyen un medio de reflexión: por comparación con el valor de períodos anteriores (evolución) y por comparación con los mismos ratios en otras empresas similares. Es normal usar varios índices para cada área de gestión a controlar. Haremos mención de los más usados al estudiar cada una de las áreas de gestión a controlar.

Control de gestión de equipos

Informaciones a recoger para asegurar el seguimiento de las máquinas:

- Clasificación según estado de la máquina (en marcha, parada, en reparación,...).
- Horas de uso.
- Desviaciones de comportamiento.
- Resultados de inspecciones.
- Histórico de fallos.
- Ficha de análisis de fallos.
- Lista de recambios consumidos.
- Consumos de lubricantes, energía,...

Los ratios de control más usados son:

- MTBF: Tiempo Medio entre Fallos sucesivos. Ligado a la fiabilidad.
- (λ) Tasa de fallos: es la inversa de MTBF. Número de averías por unidad de tiempo.
- MTTR: Tiempo Medio de Reparación. Ligado a la mantenibilidad.
- (μ) Tasa de reparación: es la inversa de MTTR. Número de reparaciones por unidad de tiempo.
- D: disponibilidad.
$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Control de gestión de recursos humanos

Se trata de tener recogidos todos los datos necesarios para decidir, mejorar y orientar la gestión de la mano de obra. Los principales indicadores son:

- Índice de cobertura (horas de mantenimiento propio/horas totales).
- Índice de horas de formación (Horas Formación/Horas totales de trabajo).
- Índice frecuencia accidentes = $\frac{N^{\circ} \text{ accidentes con baja}}{\text{horas trabajadas año}} \times 10^6$
- Índice gravedad accidentes = $\frac{N^{\circ} \text{ jornadas con baja}}{\text{horas trabajadas año}} \times 10^3$
- Índice de absentismo = Horas de ausencia/horas teóricas de presencia.

Control de gestión de actividades

Toda actividad de mantenimiento da lugar a una OT que, una vez asignados los costos (mano de obra, materiales) permite su valoración. Esta información se almacena en la base de datos de mantenimiento (GMAO) y nos facilitará el análisis de la gestión. Esto nos permite saber el reparto de actividades, gastos, OT-s por máquina... Se utilizan los siguientes ratios:

- % OT's Preventivo/Total OT's.
- % OT's Correctivo/Total OT's.
- % OT's Urgentes/Total OT's.
- % OT's Ejecutadas/Total lanzadas.

Control de gestión de existencias y aprovisionamientos

Partiendo de los movimientos de almacén (Vales de salida, Vales de entrada/Bonos de Recepción) se determinan las existencias actuales y compararlas con el punto de pedido por si hubiera que realizar alguna compra. Esta gestión nos permite conocer:

- La evolución del inmovilizado del almacén de repuestos.
- Analizar fallos de reaprovisionamiento; Faltas de materiales.
- Analizar consumos de repuestos por máquinas (piezas, importe).
- Conocer la rotación de almacenes.

Se suelen usar los siguientes ratios para el control de la gestión:

- % Repuestos/Gasto Total Mantenimiento.
- Inmovilizado en Repuestos/Valor Reposición Planta.
- Índice de Rotación IR = Consumo Anual/Existencias medias.

Control de gestión económica

Es muy importante disponer de un seguimiento de los costes reales; su comparación con los presupuestados para cada cuenta de cargo y analizar las causas de las desviaciones. Al menos mensualmente se debe hacer este seguimiento con objeto de tomar medidas para evitar y corregir las desviaciones. Se utilizan los siguientes ratios:

- Costo Total Mantenimiento/ Producción.
- Costo Total Mantenimiento/Valor Reposición de la Planta.
- Costo Total Mantenimiento/Facturación.
- Costo Total Mantenimiento/Beneficios.
- Costo Medio por Averías.
- Costo Medio por Tipos de Equipos.

1.10 MEDIO AMBIENTE

1.10.1 Conceptos básicos sobre medio ambiente

Se entiende por medio ambiente al entorno que afecta y condiciona las circunstancias de vida de las personas o la sociedad. Es el sistema que engloba a todos los seres vivos de nuestro planeta, así como el aire, el agua y el suelo que constituyen su hábitat. Comprende el conjunto de valores naturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras.

La contaminación es la introducción directa o indirecta mediante la actividad humana de sustancias, vibraciones, calor o ruido en la atmosfera, el agua o en el suelo que pueden tener efectos perjudiciales para la salud humana o la calidad del medio ambiente o que puedan causar daños a los bienes materiales o perjudicar otras utilidades legítimas del medio ambiente. Desde la revolución industrial se están introduciendo masivamente sustancias contaminantes a la naturaleza, ésta no puede asimilar esa cantidad de sustancias en tan poco tiempo, de ahí el origen del problema. En la actualidad existen altos niveles de contaminación causados por las personas en el medio ambiente, (actividades industriales, procesos de transformación de energía primaria, agricultura, ganadería, minería...) debido al estilo de vida y modelo energético primordialmente, pero no sólo las personas contaminan, sino que también existen algunos factores naturales que así como benefician, también pueden perjudicar al medio ambiente. Algunos de estos son:

- Organismos vivos: existen animales de pastoreo que son beneficiosos para la vegetación, como lo es la vaca que con su excremento fertiliza abonando la tierra, también existen animales como el chivo que con sus pezuñas y su forma de comer erosionan afectando la tierra.
- Clima:
 - La lluvia es necesaria para el crecimiento vegetal, pero en exceso provoca el ahogamiento de las plantas.

- El viento sirve en la dispersión de semillas, proceso beneficioso para la vegetación, pero lamentablemente, en exceso produce erosión.
- La nieve quema las plantas, pero algunos tipos de vegetación como la araucaria requieren de un golpe de frío para que puedan fructificar.
- El calor y la luz del sol son elementos fundamentales en la fotosíntesis, pero en exceso producen sequía y ésta, esterilidad de la tierra.

- Relieve: existen relieves beneficiosos, como son los bosques repletos de vegetación, pero también perjudiciales como son los volcanes que pueden afectar el terreno ya sea por la ceniza o por el riesgo de explosión magmática. También los terremotos pueden tener efectos negativos para el medio natural.

- Deforestación: sin duda la deforestación es un factor que afecta en gran medida a la tierra, puesto que los árboles y plantas demoran mucho en volver a crecer y son elementos importantes para el medio ambiente, compactan el terreno evitando la erosión, regulan el clima...

- Incendios forestales: se le podría definir como un tipo de deforestación con efectos masivos y duraderos sobre el terreno. La tierra que ha sido expuesta al incendio se demora cientos de años para volverse a utilizar.

1.10.2 Impacto ambiental

Por impacto ambiental se comprende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea de base, debido a la acción humana o a eventos naturales.

Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social. Mientras los efectos perseguidos suelen ser positivos, al menos para quienes promueven la actuación, los efectos secundarios pueden ser negativos. La evaluación de impacto ambiental (EIA) es el análisis de las consecuencias predecibles de la acción; y la Declaración de Impacto ambiental (DIA) es la comunicación previa, que las leyes ambientales exigen bajo ciertos supuestos, de las consecuencias ambientales predichas por la evaluación.

Influencia del ser humano en el medio ambiente

El ser humano, apareció tardíamente en la historia de la Tierra, pero ha sido capaz de modificar el medio ambiente con sus actividades. Aunque, al parecer, los humanos hicieron su aparición en África, no tardaron en dispersarse por todo el mundo. Gracias a sus peculiares capacidades mentales y físicas, lograron escapar a las constricciones medioambientales que limitaban a otras especies y alterar el medio ambiente para adaptarlo a sus necesidades.

Aunque los primeros humanos vivieron más o menos en armonía con el medio ambiente, como los demás animales, su alejamiento de la vida salvaje comenzó en la prehistoria, con la primera revolución agrícola. La capacidad de controlar y usar el fuego les permitió modificar o eliminar la vegetación natural, y la domesticación y pastoreo de animales herbívoros llevó al sobre pastoreo y a la erosión del suelo. El cultivo de plantas originó también la destrucción de la vegetación natural para hacer hueco a las cosechas y la demanda de leña condujo a la deforestación de montañas y al agotamiento de bosques enteros. Los animales salvajes se cazaban por su carne y eran destruidos en caso de ser considerados plagas o depredadores.

Mientras las poblaciones humanas siguieron siendo pequeñas y su tecnología modesta, su impacto sobre el medio ambiente fue solamente local. No obstante, al ir creciendo la población y mejorando y aumentando la tecnología, aparecieron problemas más significativos y generalizados. El rápido avance tecnológico producido tras la edad media culminó en la Revolución Industrial, que trajo consigo el descubrimiento, uso y explotación de los combustibles fósiles, así como la explotación intensiva de los recursos minerales de la Tierra. Fue con la Revolución Industrial cuando los seres humanos empezaron realmente a cambiar la faz del planeta, la naturaleza de su atmósfera y la calidad de su agua. Hoy, la demanda sin precedentes a la que el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico someten al medio ambiente está produciendo un declive cada vez más acelerado en la calidad de éste y en su capacidad para sustentar la vida.

Contaminación del agua

Se entiende por contaminación del medio hídrico o contaminación del agua a la acción o al efecto de introducir algún material o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales.

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para ser utilizada beneficiosamente en el consumo del ser humano y de los animales. En los cursos de agua, los microorganismos descomponedores mantienen siempre igual el nivel de concentración de las diferentes sustancias que puedan estar disueltas en el medio. Este proceso se denomina auto depuración del agua. Cuando la cantidad de contaminantes es excesiva, la autodepuración resulta imposible.

Los mares son un sumidero. De forma constante, grandes cantidades de fangos y otros materiales, arrastrados desde tierra, se vierten en los océanos. Hoy en día, sin embargo, a los aportes naturales se añaden cantidades cada vez mayores de desechos generados por nuestras sociedades, especialmente aguas residuales cargadas de contaminantes químicos y de productos de desecho procedentes de la industria, la agricultura, la actividad doméstica y de otros tipos. En realidad, los océanos operan como gigantescas plantas carnívoras, a condición de no superar el umbral de lo que pueden tolerar. De lo contrario, se generan destrucción y muerte, e inconvenientes económicos y envenenamientos de la población humana. Esto, a corto plazo. A largo plazo, las consecuencias podrían ser catastróficas. La contaminación del medio marino provocada por el hombre es muy superior a la atribuible a causas naturales. Las tasas de aporte de algunos elementos son elocuentes: el mercurio llega

al océano a un ritmo dos veces y media superior al que sería debido únicamente a factores naturales; el manganeso multiplica por cuatro dicho ritmo natural; el cobre, el plomo y el cinc por doce; el antimonio por treinta y el fósforo por ochenta.

Algunos de los metales pesados, como el mercurio y el plomo, junto con el cadmio y el arsénico, son contaminantes graves, pues penetran en las cadenas alimentarias marinas, y, a través de ellas, se concentran. Así, por ejemplo, la enfermedad de Minamata (descubierta en los años 20 en la bahía japonesa de mismo nombre) ha provocado, en Japón y en Indonesia, miles de muertes y un número mucho mayor de enfermos con lesiones cerebrales. La causa que la produjo fue el consumo de atún y otros peces con contenidos elevados de mercurio procedente de los vertidos industriales de aquella zona costera. Igualmente, productos químicos como el DDT y los PCB son otros contaminantes químicos muy peligrosos en el medio acuático.

Contaminación del suelo

La contaminación del suelo generalmente aparece al producirse una ruptura de tanques de almacenamiento subterráneo, aplicación de pesticidas, filtraciones de rellenos sanitarios o de acumulación directa de productos industriales. Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos. Las sustancias, a esos niveles de concentración, se vuelven tóxicas para los organismos del suelo. Se trata pues de una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo. Los químicos más comunes incluyen derivados del petróleo, solventes, pesticidas y otros metales pesados. Éste fenómeno está estrechamente relacionado con el grado de industrialización e intensidad del uso de químicos.

En lo concerniente a la contaminación de suelos su riesgo es primariamente de salud, de forma directa y al entrar en contacto con fuentes de agua potable. La delimitación de las zonas contaminadas y la resultante limpieza de esta son tareas que consumen mucho tiempo y dinero, requiriendo extensas habilidades de geología, hidrografía, química y modelos a computadora. Hay otros efectos inducidos por un suelo contaminado como son la degradación paisajística (la presencia de vertidos y acumulación de residuos en lugares no acondicionados, generan una pérdida de calidad del paisaje, a la que se añadiría en los casos más graves el deterioro de la vegetación, el abandono de la actividad agropecuaria y la desaparición de la fauna), pérdida de valor del suelo (económicamente y sin considerar los costes de la recuperación de un suelo, la presencia de contaminantes en un área supone la desvalorización de la misma, derivada de las restricciones de usos que se impongan a este suelo, y por tanto, una pérdida económica para sus propietarios), alteración de los ciclos biogeoquímicos, contaminación de mantos freáticos, interrupción de procesos biológicos...

Contaminación atmosférica

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos, vienen de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables. El nombre de la

contaminación atmosférica se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas. La contaminación puede ser en forma de gases, líquidos o sólidos.

Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión de combustibles fósiles, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido de carbono (es el causante de producir un incremento de la temperatura de la Tierra, efecto invernadero) y monóxido de carbono (peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo, según su concentración puede ser mortal), óxidos de nitrógeno (se oxida muy rápidamente convirtiéndose en dióxido de nitrógeno, NO_2 , y posteriormente en ácido nítrico, HNO_3 , produciendo así lluvia ácida) y óxido de azufre (se oxida y forma ácido sulfúrico, H_2SO_4 un componente de la llamada lluvia ácida que es nocivo para las plantas y materiales) entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa. Además se incluyen dentro de este tipo de contaminantes al humo del tabaco, gases emitidos por volcanes, incendios forestales, partículas de polvo producidas por erosión, metano producido en procesos de pudrición de materia orgánica, smog (niebla tóxica producida por la acción de la luz solar sobre los gases de escape de automotores y fábricas), etc.

La contaminación atmosférica puede tener carácter local, cuando los efectos ligados al foco se sufren en las inmediaciones del mismo, o planetario, cuando por las características del contaminante, se ve afectado el equilibrio del planeta y zonas alejadas a las que contienen los focos emisores. Se pueden clasificar los contaminantes atmosféricos en dos grupos:

- Los contaminantes primarios: son los que se emiten directamente a la atmósfera como el dióxido de azufre SO_2 , que daña directamente la vegetación y es irritante para los pulmones.
- Los contaminantes secundarios: son aquellos que se forman mediante procesos químicos atmosféricos que actúan sobre los contaminantes primarios o sobre especies no contaminantes en la atmósfera. Son importantes contaminantes secundarios el ácido sulfúrico, H_2SO_4 , que se forma por la oxidación del SO_2 , el dióxido de nitrógeno NO_2 , que se forma al oxidarse el contaminante primario NO y el ozono (cuando su concentración es superior a la normal se considera como un gas contaminante, afectando al desarrollo de las plantas y causa irritación nasal y en la garganta a las personas), O_3 , que se forma a partir del oxígeno O_2 .

Ambos contaminantes, primarios y secundarios pueden depositarse en la superficie de la tierra por precipitación.

En todos los países existen unos límites impuestos a determinados contaminantes que pueden incidir sobre la salud de la población y su bienestar. En España existen funcionando en la actualidad diversas redes de vigilancia de la contaminación atmosférica, instaladas en las diferentes Comunidades Autónomas y que efectúan medidas de una variada gama de contaminantes que abarcan desde los óxidos de azufre y nitrógeno hasta hidrocarburos, con sistemas de captación de partículas, monóxido de carbono, ozono, metales pesados, etc.

A nivel europeo hay una directiva que regula la emisión a la atmosfera de contaminantes. Es la Directiva 2001/81/ CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos, tiene como objeto limitar las emisiones de contaminantes para reforzar la protección del medio ambiente y de la salud humana y avanzar hacia el objetivo de no superar los niveles críticos de contaminantes y de proteger de forma eficaz a toda la población frente a los riesgos para la salud que se derivan de la contaminación atmosférica mediante la fijación de techos nacionales de emisión. Como medida para instar al cumplimiento de los techos, la directiva obliga a los Estados miembros a elaborar unos programas nacionales de reducción progresiva de las emisiones. España ha elaborado mediante Acuerdo de Consejo de Ministros de 7 de diciembre el II Programa Nacional de Reducción de Emisiones (Resolución de 14 de enero de 2008, de la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático. BOE nº 25, 29.01.08).

Contaminación radioactiva

Se denomina contaminación radiactiva o contaminación radioactiva a la presencia no deseada de sustancias radiactivas en el entorno. Ésta contaminación puede proceder de radioisótopos naturales o artificiales.

La primera de ellas se da cuando se trata de aquellos isótopos radiactivos que existen en la corteza terrestre desde la formación de la Tierra (minerales radioactivos) o de los que se generan continuamente en la atmósfera por la acción de los rayos cósmicos. Cuando, debido a la acción humana, estos radioisótopos naturales se encuentran en concentraciones más elevadas que las que pueden encontrarse en la naturaleza (dentro de la variabilidad existente), se puede hablar de contaminación radiactiva. En el segundo caso, el de los radioisótopos artificiales, los radioisótopos no existen de forma natural en la corteza terrestre, sino que se han generado en alguna actividad del hombre. En este caso la definición de contaminación es menos difusa que en el caso de los radioisótopos naturales, ya que su variabilidad es nula, y cualquier cantidad se podría considerar contaminación. Proviene de las reacciones nucleares y de las centrales de electricidad que funcionan con materia radiactiva. Todavía no se conoce un método para eliminar estos desechos sin riesgo para el hombre.

Cuando se habla de contaminación radiactiva, en general se tratan varios aspectos:

1. La contaminación de las personas. Esta puede ser interna cuando han ingerido, inyectado o respirado algún radioisótopo, o externa cuando se ha depositado el material radiactivo en su piel.
2. La contaminación de alimentos. Del mismo modo puede haberse incorporado al interior de los mismos o estar en su parte exterior.
3. La contaminación de suelos. En este caso la contaminación puede ser sólo superficial o haber penetrado en profundidad.
4. La contaminación del agua de bebida. Aquí la contaminación aparecerá como radioisótopos disueltos en la misma.

Este tipo de contaminación por lo tanto se puede encontrar en el aire, el agua o el suelo de la tierra, afectando a todos los seres vivos que entran en contacto con elementos radioactivos. Su efecto es muy duradero, persiste en el medio durante miles de años.

Los riesgos de la contaminación radiactiva para las personas y el medio ambiente dependen de la naturaleza del contaminante radiactivo, del nivel de contaminación y de la extensión de la contaminación. Con niveles bajos de contaminación los riesgos también lo son. Con niveles de contaminación altos pueden plantear riesgos a las personas y al entorno. Pueden dañar a las células, ya que depositan en ellas toda su energía. Cuando esas células se dañan lo suficiente como para que tengan que intervenir los mecanismos de reparación, pero no lo suficiente como para matarlas, en ocasiones esos mecanismos pueden generar errores en el material genético, pudiendo crear tumores. Si las dosis son lo suficientemente altas, causan la muerte.

1.10.3 Ingeniería ambiental

La ingeniería ambiental es la rama de la ingeniería que estudia los problemas ambientales de forma integrada, teniendo en cuenta sus dimensiones ecológicas, sociales, económicas y tecnológicas, para promover un desarrollo sostenible. Su objetivo es reducir el impacto ambiental de las actividades humanas sobre el medio ambiente, mediante el estudio, diseño y aplicación de las medidas necesarias. Estas medidas pueden ser de dos tipos:

- Acciones preventivas: su objetivo es minimizar el impacto sobre el medio. Es la única solución real al problema de la contaminación, ya que actúa en su origen, antes de que ésta se produzca. Además reporta beneficios a las empresas como son reducción de costes, certificados ISO, mejora las condiciones laborales... Pero por otro lado este tipo de acciones son difíciles de sistematizar y sólo son aplicables en procesos de producción modernos. Hay que tener claro que la contaminación “cero” no existe.
- Acciones reparadoras: este tipo de soluciones también denominadas “fin de línea”, son el único medio de control para la contaminación ya existente, pero no son una solución al problema de la contaminación. Es una solución adecuada si se combina con medidas preventivas, se utiliza para procesos antiguos. Como aspecto negativo se puede destacar aparte de que no evita la contaminación, el alto coste de la tecnología a emplear para llevar a cabo estas acciones.

La ingeniería ambiental contribuye a mantener la capacidad de sostenimiento del planeta y a garantizar, mediante la conservación y preservación de los recursos naturales, una mejor calidad de vida para la generación actual y para las generaciones futuras. Esta disciplina, en pleno desarrollo, ve cada vez más claro su objetivo y ha venido consolidándose como una necesidad, ya que proporciona una serie de soluciones propicias para enfrentar la actual crisis ecológica que vive el planeta. Por esto, es considerada por muchas personas como una profesión de gran futuro.

El ingeniero ambiental debe saber reconocer, interpretar y diagnosticar impactos negativos y positivos ambientales, evaluar el nivel del daño ocasionado en el ambiente (en el caso de un impacto negativo) y proponer soluciones integradas de acuerdo a las leyes medioambientales vigentes.

1.10.4 Legislación ambiental española

Una de las condiciones más apremiantes para la incorporación de España a la Comunidad Europea fue elaborar una legislación adecuada y aplicar una política ambiental efectiva (de la que carecía hasta entonces) para cumplir como todos los miembros de la Comunidad con las exigencias de protección del medio ambiente fundamentales. Ello obligó a España a concentrarse en los múltiples aspectos ambientales que requerían con urgencia de soluciones radicales para alcanzar en el breve plazo un nivel de comportamiento aceptable y cumplir así los requerimientos ambientales de la comunidad.

Dentro de las normas y leyes españolas de interés ambiental destaca el artículo 45 de la Constitución Española de 1978, que dice:

1. Todos tienen derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.
2. Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.
3. Para quienes violen lo dispuesto en el apartado anterior, en los términos que la ley fije, se establecen sanciones penales o, en su caso, administrativas, así como la obligación de reparar el daño causado.

El estado tiene competencia exclusiva en legislación básica sobre medio ambiente, pero se han ido concediendo competencias a las Comunidades Autónomas en muy diferentes materias. La finalidad de la normativa estatal es fijar un marco legal común para todas las Comunidades Autónomas que garantice el principio de igualdad entre los ciudadanos españoles.

Las Leyes, Reglamentos y Órdenes ministeriales que regulan aspectos ambientales son muy numerosas. De especial interés es la figura del "delito ecológico" introducida en el Código Penal por vez primera en 1983 para castigar con penas de arresto y multas a las personas responsable de daños ambientales.

Las Autonomías y los municipios son competentes en muchas cuestiones ambientales. Las Comunidades Autónomas dictan Leyes y Decretos Autonómicos y los municipios Ordenanzas Municipales que regulan cuestiones muy diversas en este campo.

1.10.5 Norma ISO 14000

La Norma ISO 14000 es un conjunto de estándares internacionales que definen los requisitos necesarios para el desarrollo e implementación de un sistema de gestión que asegure la responsabilidad ambiental de la empresa previniendo la contaminación pero considerando las necesidades socioeconómicas de la compañía. Esta norma no tiene categoría de ley, es decir, su adopción no es de carácter obligatorio en las empresas. Sin embargo, la no adopción de esta norma limita a las empresas a competir únicamente en el mercado nacional hasta el momento en que sea el propio gobierno el que obligue a la industria a la adopción de la misma. A nivel internacional es actualmente requisito contar con un sistema de gestión ambiental regido por la ISO 14000. En este sentido, podría

considerarse casi imperativo para toda empresa que quiera hacerse un lugar dentro de la competitividad mundial reconocer una variable ambiental dentro de todos sus métodos y procedimientos. De esta manera, una industria limpia permitirá tener mejor calidad de vida sin dañar el ecosistema que nos rodea.

Historia

En la década de los 90, en consideración a la problemática ambiental, muchos países comienzan a implantar sus propias normas ambientales. De esta manera se hacía necesario tener un indicador universal que evaluara los esfuerzos de una organización por alcanzar una protección ambiental confiable y adecuada. En este contexto, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) fue invitada a participar a la Cumbre de la Tierra, organizada por la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en junio de 1992 en Río de Janeiro (Brasil). Ante tal acontecimiento, ISO se compromete a crear normas ambientales internacionales, después denominadas, ISO 14000.

Se debe tener presente que las normas estipuladas por ISO 14000 no fijan metas ambientales para la prevención de la contaminación, ni tampoco se involucran en el desempeño ambiental a nivel mundial, sino que, establecen herramientas y sistemas enfocados a los procesos de producción al interior de una empresa u organización, y de los efectos o externalidades que de estos deriven al medio ambiente.

Para 1992, un comité técnico compuesto de 43 miembros activos y 15 miembros observadores había sido formado y el desarrollo de lo que hoy conocemos como ISO 14000 estaba en camino. En octubre de 1996, el lanzamiento del primer componente de la serie de estándares ISO 14000 salió a la luz, a revolucionar los campos empresariales, legales y técnicos. Estos estándares, llamados ISO 14000, van a revolucionar la forma en que ambos, gobiernos e industria, van a enfocar y tratar asuntos ambientales. A su vez, estos estándares proveerán un lenguaje común para la gestión ambiental al establecer un marco para la certificación de sistemas de gestión ambiental por terceros y al ayudar a la industria a satisfacer la demanda de los consumidores y agencias gubernamentales de una mayor responsabilidad ambiental.

Cabe resaltar dos vertientes de la ISO 14000:

- La certificación del Sistema de Gestión Ambiental, mediante el cual las empresas recibirán el certificado.
- El Sello Ambiental, mediante el cual serán certificados los productos ("sello verde").

La ISO 14000 se basa en la norma Inglesa BS7750, que fue publicada oficialmente por la British Standards Institution (BSI) previa a la Reunión Mundial de la ONU sobre el Medio Ambiente (ECO 92). La norma ISO 14000 es un conjunto de documentos de gestión ambiental que, una vez implantados, afectará todos los aspectos de la gestión de una organización en sus responsabilidades ambientales y ayudará a las organizaciones a tratar sistemáticamente asuntos ambientales, con el fin de mejorar el comportamiento ambiental y las oportunidades de beneficio económico. Los estándares son voluntarios, no tienen

obligación legal y no establecen un conjunto de metas cuantitativas en cuanto a niveles de emisiones o métodos específicos de medir esas emisiones. Por el contrario, ISO 14000 se centra en la organización proveyendo un conjunto de estándares basados en procedimiento y unas pautas desde las que una empresa puede construir y mantener un sistema de gestión ambiental. En este sentido, cualquier actividad empresarial que desee ser sostenible en todas sus esferas de acción, tiene que ser consciente que debe asumir de cara al futuro una actitud preventiva, que le permita reconocer la necesidad de integrar la variable ambiental en sus mecanismos de decisión empresarial.

La norma se compone de 5 elementos, los cuales se relacionan a continuación con su respectivo número de identificación:

- Sistemas de Gestión Ambiental (14001 Especificaciones y directivas para su uso. 14004 Directivas generales sobre principios, sistemas y técnica de apoyo.)
- Auditorías Ambientales (14010 Principios generales. 14011 Procedimientos de auditorías, Auditorías de Sistemas de Gestión Ambiental. 14012 Criterios para certificación de auditores).
- Evaluación del desempeño ambiental (14031 Lineamientos. 14032 Ejemplos de Evaluación de Desempeño Ambiental).
- Análisis del ciclo de vida (14040 Principios y marco general. 14041 Definición del objetivo y ámbito y análisis del inventario. 14042 Evaluación del impacto del Ciclo de vida. 14043 Interpretación del ciclo de vida. 14047 Ejemplos de la aplicación de iso14042. 14048 Formato de documentación de datos del análisis).
- Etiquetas ambientales (14020 Principios generales. 14021 Tipo II. 14024 Tipo I. 14025 Tipo III).
- Términos y definiciones (14050 Vocabulario).

Principios de la norma

Todas las normas de la familia ISO 14000 fueron desarrolladas sobre la base de los siguientes principios:

- Deben resultar en una mejor gestión ambiental.
- Deben ser aplicables a todas las naciones.
- Deben promover un amplio interés en el público y en los usuarios de los estándares.
- Deben ser efectivas y flexibles para poder cubrir diferentes necesidades de organizaciones de cualquier tamaño en cualquier parte del mundo. Como parte de su flexibilidad, deben servir a los fines de la verificación tanto interna como externa.

- Deben estar basadas en conocimientos científicos.
- Deben ser prácticas, útiles y utilizables.

Relación con las ISO 9000

La ISO 14000 y la ISO 9000 comparten principios comunes relacionados con los Sistemas de Gestión. Sin embargo, la aplicación de los mismos está determinada por los objetivos buscados y las diferentes partes interesadas. Mientras que los Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) tratan las necesidades de los clientes, los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) están dirigidos hacia las necesidades de un amplio espectro de partes interesadas y las necesidades que se desarrollan en la sociedad por la protección ambiental.

Para la ISO 9000, el cliente es quien compra el producto, para la ISO 14000 son las "partes interesadas", donde éstas incluyen desde las autoridades públicas, los seguros, socios, accionistas, bancos, y asociaciones de vecinos o de protección del ambiente. En cuanto al producto, para la ISO 9000 el producto es la calidad, es decir, es un producto intencional resultado de procesos o actividades. Para la ISO 14000 los productos son no intencionales como los residuos o contaminantes. Una de las mayores diferencias estriba en el hecho de que los requerimientos de desempeño de la ISO 9000 se relacionan con asegurar que el producto conforme a los requerimientos especificados donde el cliente especifica el nivel de calidad. En el caso de un SGA, no hay un cliente directo, por lo que los modelos para estos sistemas introducen por sí mismos los requerimientos fundamentales de desempeño y cumplimiento de todos los requerimientos legislativos y regulatorios con un compromiso a la mejora continua de acuerdo con la política de la empresa basada en una evaluación de sus efectos ambientales.

Aún no es posible saber con exactitud el costo de este tipo de certificación, pero comparándola con la certificación ISO 9000 se puede concluir que la ISO 14000 debería ser más costosa, primero por razones de amplitud de la norma, ya que el área de investigación para determinar posibles impactos ambientales sobrepasa los límites físicos de la empresa (el medio ambiente en este contexto se extiende desde dentro de la organización hasta el sistema global). Además, muchas empresas deberán invertir en tecnologías limpias, incluso para cumplir con los planes de descontaminación.

En este punto es necesario tener en cuenta que pese a que las Normas ISO 9000 e ISO 14000 permiten la correcta implementación de Sistemas de Gestión de diferente naturaleza, uno relacionado a la calidad y el otro relacionado con el cuidado del impacto ambiental, al final resultan siendo Sistemas de Gestión. En consecuencia, es lógico inferir que el proceso de implementación es similar en casi su totalidad, presentando pequeñas variaciones de enfoque vistas en el punto anterior. El proceso de implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) que permita alcanzar la certificación ISO 14000 puede desarrollarse en los mismos seis pasos que desarrollan el proceso de implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad y que vienen representados por seis palabras claves: idea, decisión, compromiso, actuación, control y mejora continua.

Beneficios

- Para las empresas; la adopción de las Normas Internacionales facilita a los proveedores basar el desarrollo de sus productos en el contraste de amplios datos de mercado de sus sectores, permitiendo así a los industriales concurrir cada vez más libremente y con eficacia en muchos más mercados del mundo.
- Para los gobiernos; Las Normas Internacionales proporcionan las bases tecnológicas y científicas que sostienen la salud, la legislación sobre seguridad y calidad medio ambiental.
- Para los países en vía de desarrollo; las Normas Internacionales constituyen una fuente importante del desarrollo tecnológico, definiendo las características que se esperan de los productos y servicios a ser colocados en los mercados de exportación, las Normas Internacionales dan así una base a estos países para tomar decisiones correctas al invertir con acierto sus escasos recursos y así evitar malgastarlos.
- Para los consumidores; la conformidad de productos y servicios a las Normas Internacionales proporciona el aseguramiento de su calidad, seguridad y fiabilidad.
- Para cada uno; las Normas Internacionales pueden contribuir a mejorar la calidad de vida en general asegurando que el transporte, la maquinaria e instrumentos que usamos son sanos y seguros.
- Para el planeta que habitamos; porque al existir Normas Internacionales sobre el aire, el agua y la calidad de suelo, así como sobre las emisiones de gases y la radiación, podemos contribuir al esfuerzo de conservar el medio ambiente.

La ISO desarrolla sólo aquellas normas para las que hay una exigencia de mercado. El trabajo es realizado por expertos provenientes de los sectores industriales, técnicos y de negocios que han solicitado las normas y que posteriormente se proponen emplear. Estos expertos pueden unirse a otros con conocimientos relevantes, tales como: los representantes de agencias de gobierno, organizaciones de consumidores, las academias, los laboratorios de pruebas y en general expertos internacionales en sus propios campos.

Normas

El objetivo de estas normas es facilitar a las empresas metodologías adecuadas para la implantación de un sistema de gestión ambiental, similares a las propuestas por la serie ISO 9000 para la gestión de la calidad. La serie de normas ISO 14000 sobre gestión ambiental incluye las siguientes normas:

- ISO 14001:2004 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- ISO 14004:2004 Sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.

- ISO 14011:2002: Guía para las auditorías de sistemas de gestión de calidad o ambiental.
- ISO 14020 Etiquetado y declaraciones ambientales - Principios Generales.
- ISO 14021 Etiquetado y declaraciones ambientales. Auto declaraciones.
- ISO 14024 Etiquetado y declaraciones ambientales.
- ISO/TR 14025 Etiquetado y declaraciones ambientales.
- ISO 14031:1999 Gestión ambiental. Evaluación del rendimiento ambiental. Directrices.
- ISO 14032 Gestión ambiental. Ejemplos de evaluación del rendimiento ambiental (ERA).
- ISO 14040 Gestión ambiental. Evaluación del ciclo de vida. Marco de referencia.
- ISO 14041. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición de la finalidad y el campo y análisis de inventarios.
- ISO 14042 Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Evaluación del impacto del ciclo de vida.
- ISO 14043 Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Interpretación del ciclo de vida.
- ISO/TR 14047 Gestión ambiental. Evaluación del impacto del ciclo de vida. Ejemplos de aplicación de ISO 14042.
- ISO/TS 14048 Gestión ambiental. Evaluación del ciclo de vida. Formato de documentación de datos.
- ISO/TR 14049 Gestión ambiental. Evaluación del ciclo de vida. Ejemplos de la aplicación de ISO 14041 a la definición de objetivo y alcance y análisis de inventario.
- ISO 14062 Gestión ambiental. Integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos.

1.10.6 Norma ISO 14001

La única norma de requisitos (registrable y certificable) es la ISO 14001. Esta norma internacional la puede aplicar cualquier organización que desee establecer, documentar, implantar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental. Todos los requisitos de esta Norma Internacional tienen como fin su incorporación a cualquier sistema de gestión ambiental. Su grado de aplicación depende de factores tales como la política

ambiental de la organización, la naturaleza de sus actividades, productos y servicios y la localización donde y las condiciones en las cuales opera.

Los pasos para aplicarla son los siguientes:

- La organización establece, documenta, implanta, mantiene y mejora continuamente un sistema de gestión ambiental de acuerdo con los requisitos de la norma ISO 14001:2004 y determina cómo cumplirá con esos requisitos.
- La organización planifica, implanta y pone en funcionamiento una política ambiental que tiene que ser apoyada y aprobada al máximo nivel directivo y dada a conocer tanto al personal de la propia organización como todas las partes interesadas. La política ambiental incluye un compromiso de mejora continua y de prevención de la contaminación, así como un compromiso de cumplir con la legislación y reglamentación ambiental aplicable.
- Se establecen mecanismos de seguimiento y medición de las operaciones y actividades que puedan tener un impacto significativo en el ambiente.
- La alta dirección de la organización revisa el sistema de gestión ambiental, a intervalos definidos, que sean suficientes para asegurar su adecuación y eficacia.
- Si la organización desea registrar su sistema de gestión ambiental, contrata una entidad de certificación debidamente acreditada (ante los distintos organismos nacionales de acreditación) para que certifique que el sistema de gestión ambiental, basado en la norma ISO 14001:2004 conforma con todos los requisitos de dicha norma.

Esta Norma Internacional se basa en la metodología conocida como Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA). La metodología PHVA se puede describir brevemente como:

- Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con la política ambiental de la organización.
- Hacer: implementar los procesos.
- Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos respecto a la política ambiental, los objetivos, las metas y los requisitos legales y otros requisitos, e informar sobre los resultados.
- Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño del sistema de gestión ambiental.

Objetivos

La Norma ISO 14001:2004 busca el logro de los siguientes objetivos:

- Identificar y valorar la probabilidad y dimensión de los riesgos a los que se expone la empresa por problemas ambientales.
- Valorar que impactos tienen las actividades de la empresa sobre el entorno.

- Definir los principios base que tendrán que conducir a la empresa al ajuste de sus responsabilidades ambientales.
- Establecer a corto, mediano, largo término objetivos de desempeño ambiental balanceando costes y beneficios.
- Valorar los recursos necesarios para conseguir estos objetivos, asignando responsabilidades y estableciendo presupuestos de material, tecnología y personal.
- Elaborar procedimientos que aseguren que cada empleado obre de modo que contribuya a minimizar o eliminar el eventual impacto negativo sobre el entorno de la empresa.
- Comunicar las responsabilidades e instrucciones a los distintos niveles de la organización y formar a los empleados para una mayor eficiencia.
- Medir el desempeño con referencia en los estándares y objetivos establecidos.
- Efectuar la comunicación interna y externa de los resultados conseguidos para motivar a todas las personas implicadas hacia mejores resultados.

Requisitos generales

Los requisitos generales para el establecimiento de un sistema de gestión ambiental especificados en la norma ISO 14001 se describen en el capítulo 4 de dicha norma. Los requisitos que se especifican en dicho capítulo son:

- Política ambiental. Esta norma define “política ambiental” como la declaración por parte de la empresa de sus intenciones y principios en relación con su comportamiento medioambiental general, que proporciona un marco para su actuación y para el establecimiento de sus objetivos y sus metas.
- Planificación. La planificación del SGMA se concreta en el Programa de Gestión Medioambiental. La elaboración de dicho programa debe tener en cuenta, además de la política medioambiental, otros aspectos importantes que influyen en la actividad empresarial como son la legislación, la opinión de las partes interesadas, los condicionantes técnicos, operativos y económicos, así como las oportunidades de negocio.
- Implantación y funcionamiento. Los requisitos de la norma en este sentido giran en torno a estructura y responsabilidades; formación, sensibilización y competencia profesional; comunicación; documentación del sistema de gestión medioambiental; control de la documentación; control operacional y planes de emergencia y capacidad de respuesta.
- Estructura y responsabilidades. Que un sistema de gestión medioambiental tenga éxito depende de modo fundamental del compromiso adquirido por la alta

dirección, de la asignación de recursos y de la creación de una cultura de promoción de buenas prácticas ambientales. Para que un sistema de gestión medioambiental funcione es necesario identificar responsabilidades y asignar recursos.

- **Formación, sensibilización y competencia profesional.** Es importante para que el SGMA tenga éxito que el personal que pueda generar impactos significativos sobre el medio ambiente, tenga una formación adecuada sobre como llevar a cabo sus tareas. También es de gran importancia la sensibilización para que el personal tenga la suficiente motivación y sea consciente de su impacto en el caso de una mala realización. Conviene que estén identificados los conocimientos y la capacitación necesarios para alcanzar los objetivos medioambientales.
- **Comunicación.** El éxito del sistema de gestión medioambiental depende, en gran medida, de la comunicación interna, ya que es necesario que todos los empleados estén motivados y conozcan perfectamente las acciones que deben realizar. La comunicación con los empleados, debería ser bidireccional, con trabajadores alentados a informar de los problemas y también a ser innovadores y hacer sugerencias positivas.
- **Documentación del sistema de gestión medioambiental.** Una de las decisiones importantes es cómo se va a realizar e integrar la documentación al sistema de gestión general y, en el caso de existir otros sistemas de gestión como por ejemplo calidad, seguridad e higiene..., cómo se va a integrar con los mismos. La documentación es uno de los temas que más suele preocupar durante la implantación del SGMA, hay que tener presente que la finalidad de la implantación del SGMA es una cuestión práctica y no se debe convertir en una cuestión burocrática. La documentación del SGMA es imprescindible para la auditoría del sistema y para demostrar el comportamiento medioambiental de la empresa.
- **Control operacional.** Para asegurar que las actividades, procesos e instalaciones de la empresa están planificadas adecuadamente y que sus efectos medioambientales están bajo control, se establecen en la norma requisitos de control operacional para incorporar en la gestión medioambiental. Un procedimiento de control operacional debe contener la mayor información posible sobre el proceso, como qué, quién, cómo, cuándo y donde se desarrolla la actividad, cómo se va a comprobar la realización, los criterios de aceptación o rechazo y los registros derivados de las operaciones de control resultantes. Se deben considerar tanto las condiciones normales como las anómalas esperadas.
- **Planes de emergencia y capacidad de respuesta.** Una base para la redacción y puesta en marcha de los planes de emergencia es el análisis o la evaluación de riesgos.
- **Seguimiento y medición.** En la práctica algunas de las actividades de seguimiento y medición están íntimamente ligadas con el control operacional, de hecho, algunos de los controles inherentes al control operacional suponen la necesidad de tomar medidas. Aquellas características que deberían ser objeto de medición son las que constituyan aspectos ambientales registrados como significativos (ej: consumo de

energía eléctrica, cantidades y características de los residuos generados, etc.) y aquellos que así lo especifique la legislación aplicable.

- No conformidad, acción correctora y acción preventiva. Las no conformidades se dan cuando hay un no cumplimiento: cuando fracasa algo de lo previsto en el SGMA o cuando no se obtiene el resultado esperado (por ejemplo, no se cumple un objetivo). Se debe especificar documentalmente en el SGMA o en otro procedimiento específico los responsables de realizar la investigación de las no conformidades detectadas. Es muy frecuente que ante las no conformidades detectadas las empresas pongan soluciones urgentes si no hay tiempo para buscar las causas del problema. Estas soluciones son las acciones correctoras. Pero es necesario después de haber tomado estas soluciones investigar las causas de la no conformidad e identificar las acciones preventivas para prevenir su repetición. Tanto las no conformidades, como las acciones adoptadas para su corrección y prevención deben quedar documentadas.
- Registros. Normalmente los documentos del sistema contendrán referencias sobre los requisitos de registro de resultados asociados. El acceso de las partes interesadas a los registros (de personal tanto interno como externo de la organización) debería especificarse en la documentación del sistema.
- Auditoría del sistema de gestión medioambiental. Cabe la posibilidad de que la auditoría sea realizada por el personal de la organización o bien por personas de fuera que hayan sido seleccionados por ésta. La decisión relativa a la frecuencia de las auditorías debería partir de la naturaleza que presente la actividad en función de sus aspectos medioambientales e impactos en potencia.
- Revisión por la Dirección. Las revisiones deberían incluir:
 - Los resultados de las auditorías del SGM.
 - La revisión de los objetivos, las metas y el comportamiento medioambiental.
 - El estudio de la continuidad de la adecuación y eficacia del SGM en relación con los cambios que afectan a las condiciones y a los datos, incluyendo la necesidad de efectuar cambios.

1.10.7 Gestión ambiental

Se denomina gestión ambiental o gestión del medio ambiente al conjunto de diligencias que guían al manejo integral del sistema ambiental. Dicho de otro modo e incluyendo el concepto de desarrollo sostenible, es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades del ser humano que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales.

La gestión ambiental responde al "cómo hay que hacer" para conseguir lo planteado por el desarrollo sostenible, es decir, para conseguir un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos y protección y conservación del ambiente. Abarca un concepto integrador superior al del manejo ambiental: de esta forma no sólo están las acciones a ejecutarse por la parte operativa, sino

también las directrices, lineamientos y políticas formuladas desde los entes rectores, que terminan mediando la implementación.

Un sistema de gestión ambiental es un mecanismo de regulación de la gestión de las organizaciones relacionada con el cumplimiento de la legislación vigente en cuanto a emisiones y vertidos; y el alcance de los objetivos ambientales de la organización. Los sistemas de gestión ambiental están basados en dos principios fundamentales:

1. Programar previamente las situaciones y las actividades.
2. Controlar el cumplimiento de la programación.

Lo que se busca es conseguir la inocuidad de las emisiones y vertidos mediante la adecuación de las instalaciones y de las actividades conseguidas. La primera de ellas mediante un proyecto y un mantenimiento eficiente y la segunda mediante la definición de los procesos a realizar por las personas y la necesidad de que se conviertan en repetibles y mejorables.

Un sistema de gestión ambiental tendrá un conjunto de procedimientos que definan la mejor forma de realizar las actividades que sean susceptibles de producir impactos ambientales. Para ello se han establecido ciertos modelos o normas internacionales que regulan las condiciones mínimas que deben cumplir dichos procedimientos, lo cual no significa que dichas condiciones no puedan ser superadas por voluntad de la organización o por exigencias concretas de sus clientes.

Áreas y normativas legales

Las áreas normativas y legales que involucran la gestión ambiental son:

1. La política ambiental: relacionada con la dirección pública o privada de los asuntos ambientales internacionales, regionales, nacionales y locales.
2. Ordenamiento territorial: entendido como la distribución de los usos del territorio de acuerdo con sus características.
3. Evaluación del impacto ambiental: conjunto de acciones que permiten establecer los efectos de proyectos, planes o programas sobre el medio ambiente y elaborar medidas correctivas, compensatorias y protectoras de los potenciales efectos adversos.
4. Contaminación: estudio, control, y tratamiento de los efectos provocados por la adición de sustancias y formas de energía al medio ambiente.
5. Vida silvestre: estudio y conservación de los seres vivos en su medio y de sus relaciones, con el objeto de conservar la biodiversidad.
6. Educación ambiental: cambio de las actitudes del ser humano frente a su medio biofísico, y hacia una mejor comprensión y solución de los problemas ambientales.

7. Paisaje: interrelación de los factores bióticos, estéticos y culturales sobre el medio ambiente.

Objetivos

- Sentar las bases del ordenamiento ambiental del municipio: tiene como propósito la caracterización ecológica y socio ambiental del territorio, ecosistemas, recursos naturales... Con este proceso se llega a la zonificación ambiental del entorno.
- Preservar y proteger las muestras representativas más singulares y valiosas de su dotación ambiental original, así como todas aquellas áreas que merecen especiales medidas de protección: con esta actividad se logra el sistema de áreas protegidas.
- Recuperar y proteger las áreas de cabeceras de las principales corrientes de aguas que proveen de este vital recurso a los municipios: con esta actividad se logra mantener una densa y adecuada cubierta vegetal en las cabeceras o áreas de nacimientos de las corrientes de agua. Este es un requisito indispensable para la protección y regulación hidráulica.
- Adelantar acciones intensas de descontaminación y de prevención de la contaminación: financiar actividades específicas de descontaminación, en las corrientes de aguas más alteradas, así como el sistema de tratamiento de residuos líquidos y sólidos, otorgar créditos para la implementación de tecnologías limpias para disminuir los impactos ambientales.
- Construir ambientes urbanos amables y estéticos: la ecología urbana, la ciudad para vivir con respeto y normas de control del medio ambiente urbano.
- Adelantar programas intensos y continuos de concienciación y educación ambientales: programar actividades permanentes de concienciación ambiental.

Instrumentos

Las actividades que las empresas hacen para poner en marcha un buen sistema de gestión medioambiental tienen como finalidad prevenir y corregir. Prevenir es más eficaz que corregir. Es especialmente necesario cuando se está pensando en poner en marcha una nueva industria, la construcción de una carretera u otra obra pública, o cuando se piensa introducir una modificación en lo que ya se tiene. En estos casos es mucho más eficaz y barato prever lo que puede causar problemas y solucionarlo antes, que intentar corregirlo cuando ya se está con la actividad en marcha. Los instrumentos usados más habitualmente son:

- Investigación, educación, planificación y otros planteamientos generales.
- Evaluación de Impacto Ambiental.

- Etiquetado ecológico que está directamente relacionado con el Análisis del Ciclo de Vida del producto.
- Auditoria ambiental.

Beneficios

La implantación de un Sistema de Gestión Ambiental puede suponer, aparte de beneficios ecológicos, los siguientes beneficios económicos:

- Mejora de la gestión empresarial y rendimiento de la actividad empresarial.
- Ahorro de costes a corto/largo plazo a través de control y reducción de materias primas, energía y agua, residuos etc.
- Mejora de imagen y posibilidades de marketing.
- Cumplimiento de la legislación y mejora de las relaciones con la Administración medioambiental.
- Aumento de la motivación de los empleados.
- Anticipación al mercado y a las exigencias futuras.

En definitiva, la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental representa beneficios económicos derivados de la sustitución de soluciones costosas de última hora por una protección preventiva del medio ambiente.

2. APLICACIÓN PRÁCTICA

2.1 INTRODUCCION

Después de realizar el desarrollo teórico que corresponde al bloque primero, tal y como se ha señalado en el planteamiento, he decidido aplicar algunos de los conceptos básicos desarrollados y descritos, en un sencillo ejemplo práctico, formando de esta manera el segundo bloque de este proyecto.

La idea inicial era desarrollar un producto sencillo, desde su diseño hasta su fabricación, incluyendo aspectos básicos de calidad, prevención de riesgos laborales, mantenimiento y medio ambiente. No obstante, debido a la extensión del primer bloque teórico, he decidido partir de un producto ya diseñado, de esta manera desarrollaré la parte de fabricación y los demás aspectos ya señalados. De no hacerlo así, sería un proyecto demasiado extenso. Además, de esta manera, centraré la atención en fases de desarrollo y vida de un producto más allá de la concepción y diseño del producto, tal vez más habitualmente explotado en otros proyectos. No pretendo llevar a cabo esta fase práctica de manera exhaustiva, serán pinceladas de aspectos generales básicos.

Me ayudaré de un diseño ya realizado por Ingenieros Industriales en la asignatura Ingeniería de Diseño que se imparte en 5º curso de dicha carrera. Se trata de un diseño de un “grifo de cocina”, llevado a cabo por Elena Viguria Azcárate, Javier Mauleón Medrano, Carlos Esparza Martinez de Luco y Miguel Angostos Acedo.

En la concepción y vida de un producto, son pilares básicos el diseño, la fabricación y las personas. Estos son además los pilares básicos de la calidad. Un rasgo característico de la realidad que rodea a las empresas, hoy en día más que nunca, es la calidad, en el sentido más amplio del concepto. Basándome en este esquema básico (calidad: diseño, fabricación, personas) realizaré el desarrollo de este segundo bloque, sirviéndome de guía y referencia. La relación de los diversos capítulos de la aplicación práctica son notables con los conceptos señalados.

2.2 PRESENTACION EMPRESA Y PRODUCTO

2.2.1 Definición de la empresa

La empresa modelo para llevar a cabo esta parte del proyecto es TEKA INDUSTRIAL SA. Teka es un grupo industrial fundado hace 90 años, que emplea alrededor de 6000 trabajadores en todo el mundo, gracias a los que alcanza una facturación superior a los 1.1 billones de euros.

Las divisiones de negocio del grupo van desde el equipamiento profesional y doméstico para la cocina y baño, contenedores de acero inoxidable, electrónica o comunicaciones. En la división de cocina, Teka está entre los líderes mundiales en la fabricación de fregaderos y electrodomésticos, con la ventaja de ser un fabricante integral especializado en el encastre, es decir, cubre todas sus necesidades bajo una única marca.

Teka en España

Teka comenzó en Santander en 1964 la producción de fregaderos de acero inoxidable y cocinas, apostando desde el principio por el concepto del encastre. Gracias a ello, Teka es actualmente líder nacional en la venta de fregaderos, cocinas, hornos, campanas y microondas integrables, ofreciendo todo el equipamiento para la cocina bajo una única marca.

Teka cuenta en España con 15 delegaciones propias con almacén regulador y otras 19 agencias regionales que aseguran la distribución capilar en todo el territorio nacional y el servicio a clientes y distribuidores. También cuenta con 8 fábricas, fabricando fregaderos de acero inoxidable y sintéticos, encimeras de gas, eléctricas y vitrocerámicas, campanas tradicionales y decorativas, hornos y grifería, a las que se unen el resto repartidas por Europa, Asia y América.

2.2.2 Presentación producto

El producto del que se ha hablado tanto a lo largo de este proyecto y en el que se centra este bloque práctico, se trata de un modelo de grifo de cocina extraíble, haciendo especial hincapié en los materiales, la funcionalidad, el diseño y la comodidad del mismo. Como novedad el grifo incluye un pedal para su accionamiento. Considerando la tecnología de la que se dispone y la gran experiencia en el campo, el lanzamiento al mercado será un éxito.

2.2.3 Situación interna empresa

Antecedentes

La empresa TEKA INDUSTRIAL SA tiene varias divisiones de negocio, entre ellas, la del equipamiento de cocinas en la que se incluye el producto a estudio. Teka está entre los líderes mundiales en fabricación en la división de cocina y está en continuo desarrollo para permanecer en la vanguardia ideando nuevas soluciones.

Productos

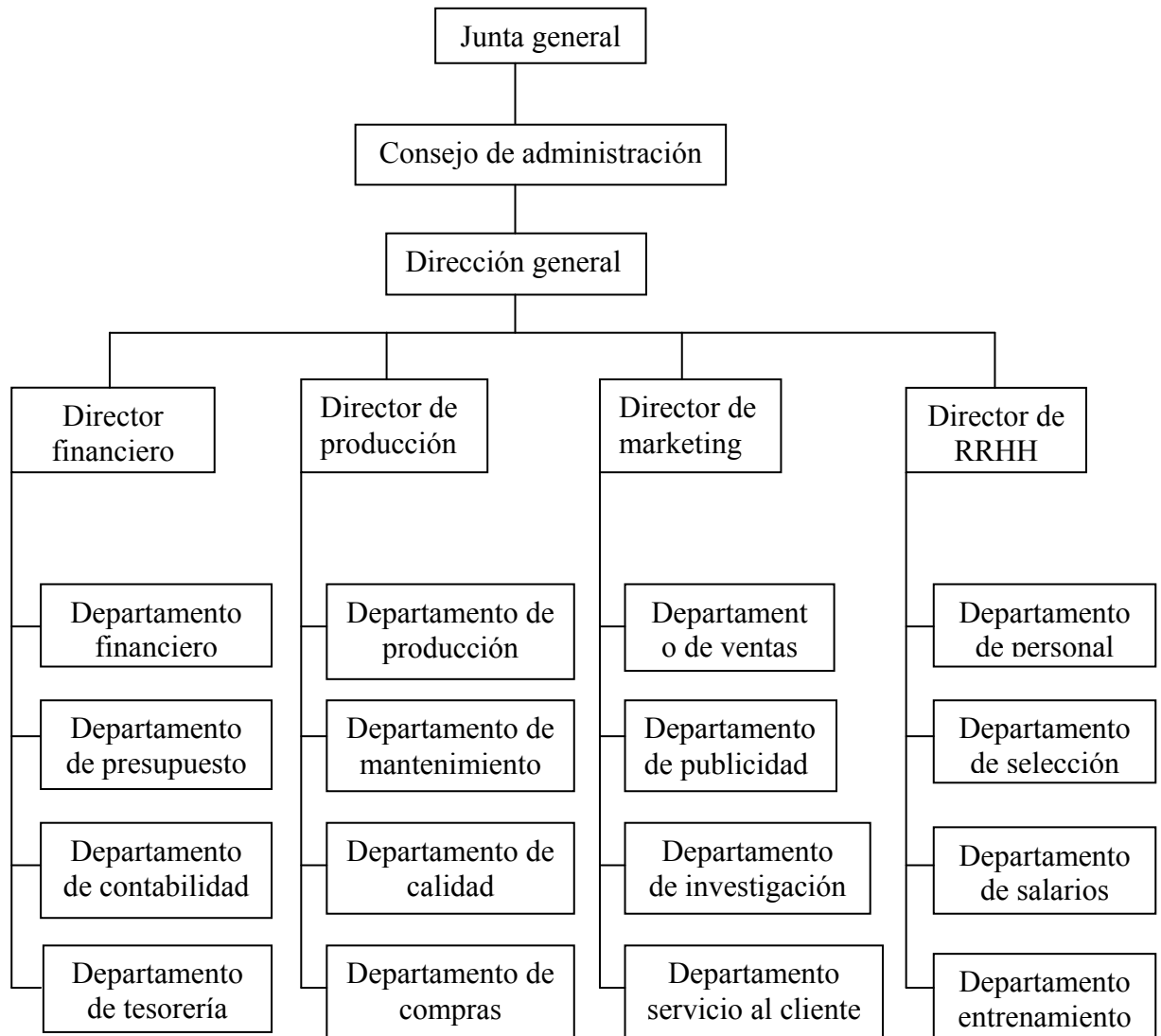
En la división de cocinas, Teka, ofrece a sus clientes una gran variedad de productos. Entre ellos están hornos, microondas, encimeras, campanas, lavavajillas, lavadoras y secadoras, frigoríficos y congeladores, fregaderos, grifos y accesorios.

Servicios

La empresa posee distintos servicios para mejorar las condiciones post-venta de nuestros clientes: servicios técnicos, mantenimiento, etc. Además la mayoría de productos tienen una garantía de 2 años en componentes electrónicos y de por vida en encimeras, fregaderas y grifos.

Organización de la empresa

Dentro de Teka España la organización es de este tipo:



Precio de los productos y servicios

Teka posee una amplia gama de productos con gran variedad de precios para poder acoger a una mayor cantidad de clientes y así conseguir el posicionamiento en distintos sectores de mercado. Produce grifos y fregaderas, cuyo precio por su calidad, complejidad y prestaciones oscilan de forma que podamos optar a clientes de una clase baja hasta una clase media o alta, sin perder nunca la cara a la calidad desde el punto de vista como Teka=calidad.

Concretamente en el apartado de los grifos de cocina, que es el que influye en este proyecto, el precio oscila entre 40 y 180 €. Los precios de los productos de cara al cliente lo marcan los distribuidores finales.

Actividades publicitarias

Teka dispone de varios catálogos y revistas especializadas que envía a sus clientes (tiendas de cocina, grandes almacenes, etc.) anualmente con las novedades incorporadas en los productos. Además, sus clientes también promocionan los productos en sus folletos publicitarios con el fin de llegar al consumidor final.

Esta empresa participa en ferias donde se promociona, como por ejemplo el Salón Internacional de la Cocina Integral (SICI) en Madrid, la feria internacional de cocina de Valencia o ferias de corte internacional, donde los desarrollos de I+D+i se dan a conocer.

Además dispone de una página web donde los clientes pueden realizar consultas sobre los productos que disponen, sus características, incluso las indicaciones de los distribuidores, donde se pueden adquirir (www.teka.es).

Teka, además de ser un grupo fuerte, apuesta por grandes campañas publicitarias, en televisión, revistas, paneles, promociones especiales, etc.

Resumen actual de ventas

Teka celebra su convención nacional de ventas en Santander todos los años, en el que reúne una extensa red comercial con el resto de departamentos y dirección. Durante las convenciones se tratan diferentes áreas de la empresa, no solo las relacionadas con el ámbito comercial y las novedades del presente año, sino que abarcan temas de logística, asistencia técnica, informática y finanzas.

2.2.4 Situación externa empresa

Análisis de mercado

Esta empresa tiene carácter internacional y cualquier producto que se diseñe estará en predisposición de ir a cualquier tipo de mercado, pero el análisis realizado será del mercado español actual. El mercado español, como otros muchos, pasa por dificultades, debido a la crisis económica. La caída de ventas en pisos de nueva adquisición se traduce en una bajada directa de ventas en accesorios de cocina, además de otra fuerte bajada por la no renovación de cocinas por los potenciales clientes. Además, al estar inmersos en un mercado tan competitivo donde hay multitud de marcas dedicadas a accesorios de cocina, se acentúa esta grave situación, donde el precio es un factor clave para el cliente a la hora de decidir por los elementos que componen su cocina.

Debido a la situación y posición actual de Teka como multinacional fuerte y potente dentro de este sector, puede absorber las fluctuaciones del mercado.

Análisis de la competencia

Los competidores directos son los fabricantes de elementos de cocinas, dedicadas a hacer grifos, como son: Grohe España, Casa Buades, Tres, Griferías Ramón Soler, Tebisa la Grifería, Hans Grohe, Standard Hidráulica SA, Bossini España, etc. Teka es la empresa líder en el mercado señalado.

La competencia indirecta estaría formada por las empresas que se dediquen a fabricar productos sustitutivos. Realmente no hay competencia indirecta, puesto que un grifo de cocina tiene pocos o ningún elemento sustitutivo.

Análisis de clientes

Teka tiene un gran entramado de clientes a lo largo del mundo, desde pequeños comercios dedicados en exclusiva al mundo de la cocina con electrodomésticos, encimeras, fregaderas, grifos y accesorios, hasta grandes centros como El Corte Inglés, Leroy Merlin, Carrefour, E'Leclerc, Eroski, etc.

El mercado al cual van dirigidos los productos es muy amplio, ya que tiene una amplia gama de productos para abarcar todas las clases sociales. En el caso del grifo que se estudiará, los clientes son de clase media-alta.

Análisis del macro entorno

Como ya he mencionado anteriormente, la situación económica actual no es la mejor, pero aún así todos los análisis llevan al optimismo. Un punto a favor para esta empresa es que en las últimas décadas ha habido un gran avance tecnológico del cual se ha beneficiado para proporcionar productos con mayor calidad en procesos de fabricación más eficientes.

2.2.5 Análisis DAFO

Debilidades

- Imposibilidad de hacer el grifo más barato del mercado.
- Productos nuevos sujetos a fuertes críticas e incertidumbre.
- Demasiados productos implican muchos cambios en la línea de producción.
- Se debería evitar aparentar crear un producto excesivamente caro y clasista, apostar por la calidad de por vida.

Fortalezas

- Gran experiencia y conocimiento del sector.
- Gran numero de proveedores y empresas auxiliares.
- Grupo fuerte (multinacional) que dispone de gran capital.
- Buen equipo de marketing, mucha publicidad.
- Abundantes canales de distribución.
- Al crear un nuevo producto no se varían mucho las líneas de producción.
- Imagen de marca respetable y de gran calidad.

Amenazas

- Producto fácilmente reproducible.
- Muchos productos similares en el mercado.
- Hasta el 2006 el sector era creciente, pero ahora se ha entrado en recesión.
- Existen múltiples competidores.
- Imposibilidad de llegar a todos los canales de distribución, hay empresas que tienen sus propios contactos con otras empresas (por ejemplo IKEA no vende TEKA).

Oportunidades

- Expansión hacia nuevos mercados.
- Valoración creciente del diseño y la calidad.
- El segmento del mercado tiene un porcentaje medio-alto.

2.3 DISEÑO DEL PRODUCTO

2.3.1. Introducción

Como ya he señalado anteriormente, he partido de un diseño realizado por Ingenieros Industriales en la asignatura Ingeniería de Diseño que se imparte en 5º curso de dicha carrera. Se trata del diseño de un grifo de cocina. La labor realizada por estos alumnos es la que correspondería desempeñar directamente a ingeniería de diseño, en este caso a los ingenieros de diseño de la empresa Teka, con la colaboración de otras áreas de la empresa.

Como en cualquier etapa o fase llevada a cabo por la empresa, la calidad es primordial. Uno de los pilares fundamentales de la calidad anteriormente señalados es el diseño. Este proceso y su resultado influyen de forma directa en el producto final, por lo tanto se debe proporcionar la importancia que le corresponde. A la hora de llevar a cabo la concepción y el diseño del nuevo producto se deben seguir los procedimientos especificados en el manual de calidad.

Así, se busca piezas sofisticadas y bonitas, con diseños originales, funcionales, de fácil instalación y durables. La palabra minimalismo se está volviendo cada vez más común. Hay en el mercado diseños muy variados, intentando adaptar el producto a las necesidades y gusto de los diferentes tipos de cliente.

2.3.2 Fases del diseño

Detección de la necesidad

La etapa de diseño del producto comienza con la detección de la necesidad. En el bloque teórico se ha definido la necesidad, que tipos de necesidades existen, como se detectan y que motivos dan inicio a un proyecto de desarrollo de un nuevo producto. La calidad del producto depende de la correcta respuesta a la necesidad detectada. Para ello habrá que conocer la necesidad, definirla y acotarla correctamente.

En la empresa Teka la necesidad de un nuevo producto se ha manifestado por el estancamiento de los beneficios debido a la imposibilidad de aumentar la cuota de mercado con los productos actuales. Además los clientes están descontentos con la escasa movilidad de los grifos de cocina. Para solucionar este problema se ha decidido en aunar dos tecnologías diferentes y así mejorar un producto ya existente. Se trata de desarrollar un grifo de cocina extensible, mucho más cómodo que un grifo convencional. Además dispondrá de un pedal de accionamiento para evitar el despilfarro de agua, un filtro anti-cal, una manguera extraíble y un regulador de caudal y temperatura entre otros elementos.

Estudio de mercado

El paso siguiente después de haber detectado la necesidad, consiste en realizar un estudio de mercado. Con esto se pretende conocer la viabilidad del proyecto, en este caso del desarrollo y producción del nuevo grifo de cocina. Consiste en realizar un análisis del mercado actual de la grifería de cocina en España para conocer su situación. Del mismo modo se ha encuestado a una muestra poblacional para conocer sus gustos y preferencias con respecto a los grifos de cocina. Se obtiene como conclusión que existe un desplome en ventas en el mercado nacional debido a la situación económica, sin embargo las exportaciones se mantienen. También se valoran los resultados de las encuestas, que confirman la valoración de los clientes de la calidad, el precio (rondará los 160 €), el diseño vanguardista y la vida útil (deberá rondar los 10 años). Los clientes valoran positivamente todas las opciones planteadas por Teka.

Pliego de condiciones de marketing

Con la información recopilada y analizada hasta el momento, se inicia la elaboración del documento Pliego de Condiciones de Marketing (PCM). En él se incluye la necesidad principal, las necesidades secundarias y la finalidad principal del producto. Además este documento se completará con las funciones de servicio principales, objetivos generales, objetivo a nivel de calidad, los productos parecidos de la competencia, motivos de compra de los consumidores, evaluación de ventas, criterios de distribución como parte política de marketing, duración de la vida comercial, tecnología propia y ajena, normativa aplicable, factores legales y la valoración económica (criterio del VAN, criterio del TIR, payback...).

Con esta información y análisis realizados se llega a la conclusión que se puede seguir adelante con el proceso de diseño del grifo de cocina, el proyecto es rentable, viables y el riesgo de la inversión es muy bajo. Todos los análisis realizados hasta el momento predicen que este proyecto será un éxito para Teka, satisfaciendo las necesidades detectadas.

Pliego de condiciones funcional

Una vez elaborado el PCM el equipo de ingeniería de diseño procede a la elaboración del Pliego de Condiciones Funcional (PCF). Como ya se ha señalado en la parte teórica el PCF es el documento que manifiesta la necesidad en términos de funciones detalladas y caracterizadas. Da forma al análisis funcional. Expresa la necesidad en términos de resultado sin aludir a las soluciones.

El Análisis Funcional es una técnica que, como su nombre indica, consiste en el análisis de las funciones que debe desempeñar un sistema para cumplir una serie de metas. Es decir, permite identificar las funciones que llevará a cabo el sistema a diseñar, las ordena, jerarquiza y descompone en subfunciones, de forma que se pueda conseguir que el sistema se comporte según los objetivos para los que fue concebido. Se consigue así un esquema en el que se muestran las actividades que el sistema realiza pero no cómo las realiza. Es decir, estudia la relación de adecuación o finalización entre el producto y las necesidades y problemas del cliente.

Existen diversas metodologías y técnicas denominadas de análisis funcional para identificar las funciones del producto que se va a diseñar. La normativa de calidad exige trabajar de acuerdo a un método. Entre ellos está el Método RED, que es el que se ha empleado en este caso. Con el empleo de este método se busca aplicar una herramienta que se extienda a todas las áreas que influyen en el producto. De este modo se establece una red que recoge y transmite la información que permitirá identificar las funciones a cumplir por el producto. Esta información es analizada posteriormente para decidir que funciones son más o menos importantes a la hora de llevar el diseño posterior. Mediante el cumplimiento de esas funciones quedará cubierto el objetivo de satisfacer al cliente. Además se analiza y describe el ciclo vital del producto, el entorno en el que se utilizará, el análisis secuencial de los elementos funcionales, movimientos y esfuerzos, productos de referencia, normas y reglamentos aplicables...

Configurado el pliego de condiciones funcional tendremos definido el producto, el grifo de cocina. Una vez configurado el PCF se priorizan los requerimientos funcionales. A la hora de la cuantificación de las funciones se realiza una división en módulos del grifo, de los cuales se realiza una pequeña descripción. Los módulos son: caño, maneral o manguera, alcachofa, control de temperatura y pedal. Estos módulos son el número mínimo de partes es que se puede dividir este producto, evitando la repetición de características. Después mediante el método DATUM (en este método de matriz de selección por comparación, se escoge un modelo como el mejor y se comparan el resto de modelos con él, así se concluye si el modelo elegido es el mejor).

Diseño preliminar

El siguiente paso consiste en realizar el diseño preliminar del grifo de cocina. A la hora de realizar el diseño preliminar llevaremos una serie de acciones para poder garantizar el correcto cumplimiento de las funciones de producto. Se trata de llegar a la mejor solución al problema planteado, tanto para la empresa como para el cliente. Para ello se aplican diferentes herramientas y técnicas, entre ellas se encuentra el QFD. Esta herramienta se utiliza además de para introducir mejoras, para el diseño preliminar de productos. En la parte central del QFD se reflejan las distintas interacciones entre los parámetros de diseño o “cómos” y los requisitos funcionales o “qués”. Se asignan unos pesos a cada uno de los requisitos funcionales y con las relaciones realizadas se obtiene el peso que le debemos de dar a cada uno de los parámetros de diseño. Por otra parte, en el tejado de “la casa de la calidad” se exponen las relaciones existentes entre los parámetros de diseño. De esto se concluye cual es el módulo más importante y al que habrá que dedicar mayores esfuerzos a la hora de llevar a cabo el diseño.

Otras herramientas que se han aplicado para en el diseño preliminar es el AMFE de diseño y el Análisis de Valor. El análisis de valor es una aplicación sistemática que ayuda a reducir costes y funciones suplementarias. El producto se debe ajustar a las funciones y especificaciones que requiere el cliente. El análisis de valor consiste en identificar funciones necesarias, establecer valores económicos para ellas y desarrollar alternativas al mínimo coste. Las funciones que eleven mucho el coste del producto y no añadan valor, deberían ser eliminadas. Las funciones que añaden valor, pero también coste, deberían ser modificadas, de manera que se redujera su coste sin perder su función. El objetivo fundamental es obtener una mayor rentabilidad con respecto a las funciones que tenemos. Lo que se persigue es aumentar la rentabilidad de la empresa. Con todo ello obtenemos mejor producto, reducción de costes innecesarios, aumento de la productividad y mejora de la calidad. Respecto al AMFE de diseño (Análisis Modal de Fallos y Efectos), se utiliza para examinar si el diseño de componentes y del conjunto puede producir fallos sobre las funciones requeridas. Por tanto, consiste en el análisis preventivo de los diseños, buscando anticiparse a los problemas y necesidades de los mismos. Para realizar este documento se han analizado las distintas formas de fallo que se pudieran producir con respecto a las funciones definidas, las causas de los fallos y los efectos que tendrían. Con esta información se pueden plantear diferentes propuestas para mejorar el diseño del producto y hacer que el cliente quede satisfecho. Algunas soluciones pasan por realizar ensayos sobre diferentes materiales para ver cuál es el que mejor se comporta.

En esta fase del diseño se debe realizar un cálculo por elementos finitos, ya que el grifo estará sometido a esfuerzos mecánicos. Esto proporciona una información muy valiosa de las partes más críticas del producto. En el cálculo por elementos finitos, el programador puede insertar diferentes algoritmos o funciones que pueden hacer que el sistema se comporte de manera lineal o no lineal. Los sistemas lineales son menos complejos y normalmente no tienen en cuenta deformaciones plásticas. Los sistemas no lineales toman en cuenta las deformaciones plásticas y algunos incluso son capaces de verificar si se presentaría alguna fractura en el material. En el caso del grifo se harían los siguientes análisis:

- Análisis estático: se emplea cuando la estructura está sometida a acciones estáticas, es decir, no dependientes del tiempo.
- Análisis vibracional: es empleado para analizar la estructura sometida a vibraciones aleatorias, choques e impactos. Cada una de estas acciones puede actuar en la frecuencia natural de la estructura y causar por resonancia el fallo.
- Análisis de fatiga: ayuda a predecir la vida del material o del producto, prediciendo el efecto de los ciclos de carga. Este análisis puede mostrar las áreas donde es más probable que se presente una grieta. El análisis por fatiga puede también predecir la tolerancia al fallo del material.

La interpretación de los datos obtenidos de este estudio es una información de gran valor, ya que puede evitar muchos fallos antes de que se produzcan.

Prototipo, pruebas y diseño definitivo

Por último, queda la fase de prototipado del producto. El prototipo cumple con todos los requerimientos físicos del grifo definitivo, para poder someterlo a ensayos (técnicos y de mercado) e incluso a pruebas de homologación. Este prototipo facilitará la aportación de

mejoras y despejará las dudas que pudieran existir respecto al aspecto final del producto. Este último paso lleva al diseño definitivo del grifo, con los planos correspondientes para poder fabricarlo.

El proceso de diseño no finaliza con esta última etapa, ya que este proceso no es lineal y la retroalimentación constante entre la entrada y la salida del proceso hacen que el diseño esté en constante evolución a lo largo de la vida del producto. Los cambios en el mercado son frecuentes y las necesidades de los clientes varían con el tiempo, por tanto los diseños deben adaptarse a estos cambios. Los diseños se someten a frecuentes revisiones, modificaciones y rediseños a consecuencia de ello.

2.4 DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO

2.4.1 Introducción

En varias ocasiones se ha señalado que los tres pilares fundamentales de la calidad son el diseño, la fabricación y las personas. En este capítulo se tratará el segundo concepto, el que corresponde a la fabricación y el proceso de fabricación. Es importante distinguir la diferencia entre fabricación y producción. Mientras que fabricación hace referencia al proceso de transformar unos recursos en bienes, el concepto de producción es mucho más amplio, incluyendo aspectos de organización, estructura, gestión, etc. de la fabricación.

No cabe duda que el proceso productivo influye directamente sobre el resultado del producto y por tanto sobre su calidad. Una vez obtenido el diseño óptimo del grifo de cocina tanto para los clientes como para la empresa Teka, mediante el cumplimiento de las necesidades y funciones requeridas y resultando económicamente viable y atractivo, es hora de llevar a cabo el diseño del proceso productivo. Mediante éste se debe garantizar la calidad del producto requerida, los costes, los plazos de entrega y el precio ajustado a lo establecido en el diseño del grifo que garanticen el beneficio para la empresa, además de tener en cuenta otros aspectos como la seguridad, el medio ambiente, el mantenimiento, la productividad, etc. Todos estos conceptos nacen con el diseño del producto y se van desarrollando hasta que se fabrica el producto, incluso después de esto algunos de estos aspectos siguen evolucionando, mediante una retroalimentación constante, adaptándose a la normativa vigente y a los continuos cambios del mercado, dando respuestas a las necesidades de manera eficiente.

Como se ha señalado anteriormente, al hablar de ingeniería concurrente en el bloque teórico, el diseño del proceso productivo puede y generalmente comienza mientras se está diseñando el producto, de esta manera se desarrollan paralelamente, atendiendo objetivos conjuntos y dando respuestas más rápidas a las necesidades con menores costes. Por eso, mientras se diseña el grifo, se debe pensar también en el proceso productivo y las operaciones necesarias para poder fabricarlo, su fabricabilidad. Hay casos que estos aspectos pueden condicionar o imponer restricciones en el diseño del producto. Además de la fabricabilidad y la montabilidad, el proceso de fabricación debe diseñarse en coordinación con diseño de producto, para aprovechar al máximo las sinergias derivadas de una actuación lo más conjunta posible. Esto posibilita incluir factores de seguridad para evitar riesgos, daños personales y de medio ambiente, economizando el consumo de materiales y energía,

evitando la emisión de contaminantes y reciclando los residuos. También mejora la calidad, productividad y las labores de mantenimiento entre otros aspectos.

En este capítulo, al igual que en el resto, no se pretende realizar un diseño exhaustivo del proceso productivo, sino proporcionar unas pinceladas generales sobre los aspectos básicos que influyen sobre el grifo de cocina diseñado.

2.4.2 Previsión demanda mercado

Dentro del Pliego de Condiciones de Marketing (documento elaborado durante el proceso de diseño del producto), se destina un apartado a la valoración económica del proyecto de lanzamiento del nuevo grifo de cocina, tal y como se ha señalado anteriormente. El producto sólo será lanzado al mercado si el estudio de viabilidad es satisfactorio, como es el caso.

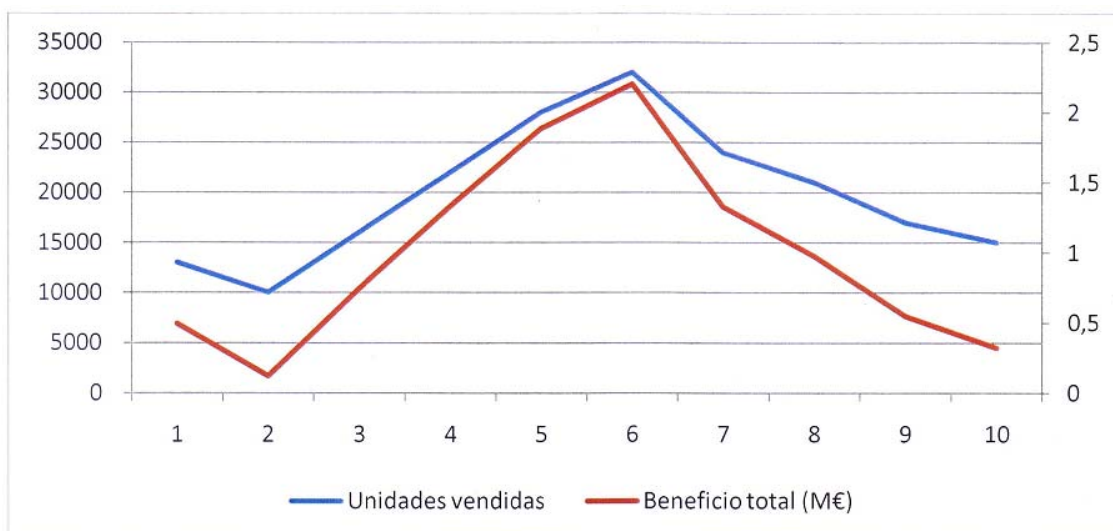
Para realizar esos cálculos, se necesita una serie de datos, estos son aproximados, contienen un error pero dan una idea aproximada de la realidad. Esos datos se derivan de los estudios y sondeos realizados sobre el mercado al que se dirige el grifo de cocina Teka.

Los datos más importantes para este apartado son los relativos a las unidades estimadas de venta del producto en los próximos años. Estos datos se obtienen del estudio de mercado realizado en la fase de diseño del producto sobre la evolución de ventas de grifos en los próximos años, la cuota de mercado de Teka y las encuestas realizadas. Con esto se puede estimar los volúmenes de ventas a lo largo de la vida útil del producto. Este estudio será conveniente revisarlo conforme avanza el proyecto, para ajustarlo al máximo posible a la realidad, es decir, para reducir los errores en los datos. Estos datos, junto con otros de la valoración económica se muestran en la tabla siguiente:

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Uds. Ventidas		1300	1000	1600	2200	2800	3200	2400	2100	1700	1500
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio unitario (€)		190	185	180	175	170	165	160	155	150	145
Coste unitario de materia prima(€)		-75	-73	-71	-69	-67	-65	-63	-61	-59	-57
Beneficio unitario (€)		115	112	109	106	103	100	97	94	91	88
Gastos de operación (M€)		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Beneficio total (M€)		0,15	-0,10	0,53	1,33	1,88	2,20	1,33	0,97	0,55	0,32
Inversión (M€)	-5,00					-1,00					
CASH FLOW	-5,00	0,15	-0,10	0,53	1,33	0,88	2,20	1,33	0,97	0,55	0,32

La información relativa a la previsión de ventas es fundamental para el diseño del proceso productivo, ya que los recursos a emplear, tanto humanos como materiales, dependerán de este parámetro. El primer año se estima unas ventas de 13000 unidades, el segundo de 10000 unidades, el tercer año de 16000, el cuarto de 22000, el quinto de 28000, el sexto de 32000, el séptimo de 24000, el octavo de 21000, el noveno de 17000 y el décimo año 15000 unidades. Por lo tanto la demanda prevista es el punto de inicio a la hora de diseñar el proceso productivo, también habrá que tener en cuenta el espacio necesario y el disponible, la normativa vigente aplicable al proceso, la tecnología a aplicar, las diferentes etapas del proceso productivo, el número y la cualificación de los empleados, aspectos de seguridad e higiene en el trabajo, calidad, medio ambiente y mantenimiento entre otros.

Con los datos de unidades vendidas y el beneficio total se puede obtener el ciclo de vida del producto y sus beneficios asociados. En este ciclo se distinguen las etapas señaladas en el bloque teórico: la introducción, crecimiento, madurez y declinación del grifo. Se puede apreciar mejor en el siguiente gráfico:



Ciclo de vida del producto y beneficios asociados.

2.4.3 Proceso productivo

Materiales

Un grifo está compuesto por una gran variedad de piezas fabricadas con diferentes materiales, entre las que destacan: el cuerpo, la manivela de comando (que generalmente cuenta con un embellecedor), el cañón, el florón, las anillas, gomas y juntas, el cartucho, la rótula, el dispositivo para el aireado, la varilla para el desagüe y los tubos flexibles. Además en el caso del diseño realizado en este proyecto, incorpora un pedal de accionamiento del grifo con su correspondiente sistema.

Una de las características importantes de Teka es que realiza la producción total de los grifos y que utiliza diferentes materiales para cada una de sus partes (cuerpo,

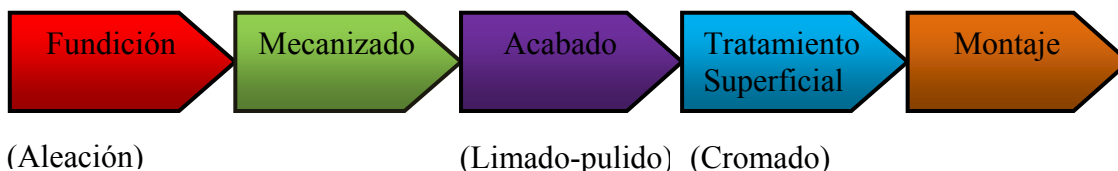
revestimiento, acabados y componentes). Para un mejor conocimiento detallamos los materiales que se emplean en cada una de dichas partes:

- 1) El cuerpo principal, el cañón y la manivela de comando de los grifos se fabrican a partir de una fundición de cobre y zinc (latón).
- 2) En el tratamiento superficial se aplica cromado (aunque, a veces, se utilizan otros materiales como el aluminio que no requieren de ningún proceso de revestimiento).
- 3) Por último, en el caso de los componentes los materiales son juntas, gomas, tubos flexibles y embellecedores.

El material más utilizado para la fabricación de los grifos de cocina es el latón (aleación de cobre y zinc), debido a su dureza, resistencia a la corrosión del agua blanda y la calcificación del agua dura. Es un material maleable que se mecaniza sin problemas, la calidad del mismo depende del porcentaje de cada componente de la aleación. Esa aleación puede contener otros elementos como el bismuto, para que sea más fácil de procesar. Hay componentes del grifo fabricados con otros metales y otros materiales como materiales cerámicos, cauchos, gomas, etc. Los grifos también pueden fabricarse con acero inoxidable, cobre, fundición de metales, etc.

Proceso de fabricación

El proceso de fabricación de los grifos puede esquematizarse en varias fases productivas. En este sentido, en términos generales, el proceso productivo de la grifería está compuesto por cinco etapas principales básicas:



En la primera etapa, fundición, se forma el cuerpo principal del grifo y otros órganos metálico. Existen muchos métodos de fundición, pero el más conveniente, es el fundido a baja presión, el cual da mayor seguridad a los operarios y genera un método económico de producción de grifos de agua. En la fundición a baja presión un compuesto de arena (furan) es colocado en la máquina formadora de núcleos. La composición de este compuesto es: arena de río, adhesivo, agente de colapso, endurecedor y un 10% de agua. Ese núcleo es colocado dentro del molde de cobre-berilio de la máquina de fundición a baja presión. La razón de usar moldes de cobre-berilio se debe a su resistencia a temperaturas elevadas y a su buena condición térmica. La materia prima (aleación de cobre y zinc, denominada latón) es fundida en el horno de la máquina de fundición de baja presión. Este líquido fundido es soplado desde el horno y vaciado dentro de los moldes de cobre-berilio (la presión en este momento es de 0.5 a 1 bar). Después de enfriado y moldeado, la máquina de fundición a baja presión abre automáticamente los moldes y el molde fundido es tomado manualmente. El ciclo de la máquina de fundido consiste en, colocación del núcleo de arena, cerrado de la matriz, moldeado, enfriado, abertura de la matriz, y tomado del fundido. Las rebabas del

fundido son cortadas con una máquina de aserrado de banda y luego los moldes son lavados. Los fundidos defectuosos serán separados por medio de una inspección de calidad.

La siguiente fase corresponde al procesamiento o mecanizado. Los fundidos que pasan el control de calidad pasan por un proceso de maquinado, como torneado interno, enroscado externo, taladrado, etc. usando un torno de torre hexagonal, un torno automático y una máquina procesadora de compuestos biaxiales para su precisión. Luego, los productos maquinados son probados en una máquina de prueba hidráulica. Los productos defectuosos son retornados a la máquina de fundición para que vuelvan a ser fundidos. Los semiproductos no defectuosos son enviados a la sección de acabado.

Después se lleva a cabo el acabado. Se realizan operaciones de limado, esmerilado y pulido. El esmerilado produce una superficie lisa para el proceso de tratamiento superficial. El semiproducto es pasado por una máquina lijadora áspera, media y fina. Si la superficie aún no está como se requiere, el semiproducto podría pasar por un proceso de pulido múltiple. Luego este semiproducto es inspeccionado para ver si existen huecos de aire o arena en la superficie.

Posteriormente se lleva a cabo el tratamiento superficial, que se realiza una vez finalizado el acabado. Los componentes que entran en contacto directo con el agua requieren un tratamiento especial de la superficie. Esto implica un proceso de lixiviación, que elimina las moléculas de plomo de la superficie de latón. Los acabados convencionales suelen ser recubrimientos de cromo, ya que este material es muy resistente a la corrosión. En primer lugar se aplica una capa de níquel galvanizado, seguido de una fina capa de cromo galvanizado. La capa de cromo es depositada mediante un baño que contiene además unos aditivos que mejoran la resistencia a la corrosión. Otros posibles acabados consisten en un recubrimiento de bronce con una capa de polímero para mejorar la durabilidad, acabados en color (se rocía sobre el grifo un polímero con el color deseado en un entorno con carga eléctrica), apariencia de latón pulido resistente a la corrosión (se aplica la capa de circonio mediante deposición física de vapor en una cámara de vacío, un arco eléctrico vaporiza el metal de recubrimiento, este reacciona con una mezcla de gases y se adhiere a la superficie del grifo creando un vínculo prácticamente indestructible), etc. Todos los recubrimientos se curan mediante calor en hornos.

Finalmente se procede al ensamble, prueba hidráulica y empaque. Una vez fabricados todos los elementos que compondrán el conjunto del grifo, llega la etapa del ensamblaje. Esta fase involucra procesos automatizados y manuales. Se lleva a cabo en máquinas de montaje giratorio. Cada uno de los componentes es ensamblado formando el grifo de cocina de agua, luego es pasado por un probador hidráulico e inspección de apariencia. Para terminar, este producto es empaquetado en cajas junto con los componentes necesarios para la instalación final. A los productos defectuosos se les removerá el tratamiento superficial, volverán a ser esmerilados o enviados al horno para que sea fundido nuevamente.

Puede haber otras variantes de este proceso productivo, en lugar de fabricar los órganos principales mediante fundición, se pueden fabricar por mecanizado directamente. Se parte de un lingote de material y se va mecanizando hasta darle la forma y dimensiones requeridas. Esto implica en primer lugar el corte de los lingotes o barras en las dimensiones adecuadas. Este proceso se efectúa en un centro de mecanizado de control numérico computarizado de varios husillos alimentado automáticamente. Aparte del corte se realizan

operaciones de perforación, refrentado, mecanizado giratorio, cilindrados e incluso roscados. El tiempo estimado para esta operación depende del diseño en particular, pero no suele excederse más allá de un minuto. Para la fabricación de grandes grifos puede requerirse múltiples operaciones de mecanizado.

Otra variante del proceso puede ser la estampación en caliente con pequeñas operaciones de mecanizado posteriores. Este método puede producir de forma casi exacta la forma y dimensiones requeridas, con un mínimo desperdicio de material respecto al mecanizado tradicional. Este proceso de conformación por deformación en caliente consiste en pasar el material por un dado casi con la misma forma final requerida. La presión sobre el material se incrementa gradualmente durante varios segundos.

Por otro lado, el coste final del grifo se reparte de forma desigual a lo largo de todo el proceso productivo de su fabricación, siendo las materias primas, es decir, las aleaciones metálicas y los componentes (tapones y cartuchos), las que se llevan la mitad de los costes (50%), la otra mitad de costes corresponden al proceso de fabricación (30% limado, pulido y cromado, 10% montaje y otro 10% fundición y mecanización).

2.4.4 Tecnología

El uso de nuevas tecnologías es cada vez más importante en el proceso de fabricación. Debido a la automatización continua, el proceso de fabricación de grifos se ha simplificado en los últimos años, con la ayuda de los ordenadores se controlan la mayor parte de las operaciones. Esto también ha favorecido el aumento de la productividad y eficiencia debido a los equipos y nuevas tecnologías incorporadas al proceso productivo.

El proceso productivo básico general seguido en la fabricación del grifo diseñado consta de las cinco fases ya señaladas:

- Fundición.
- Mecanizado.
- Acabado.
- Tratamiento superficial.
- Montaje y pruebas.

La fase más intensiva en mano de obra es la de montaje, mientras que las otras se han automatizado mucho en los últimos años, especialmente el mecanizado. Por otra parte, los tratamientos superficiales (casi siempre cromados) acostumbran a externalizarse porque necesitan economías de escala. En Teka, se realiza internamente todo el proceso productivo, incluso el cromado. Otras empresas de grifería externalizan una o varias fases del proceso de fabricación, lo cual ha generado un importante tejido de empresas auxiliares.

La maquinaria y equipos necesarios para llevar a cabo cada una de las fases de la producción señaladas son los siguientes:

1. Maquinaria y equipo para el área de fundido a baja presión:
 - Máquina automática de fundido a baja presión con horno de colada.
 - Agitador de arena.

- Lavador de arena.
- Máquina de moldeo del núcleo de arena.
- Máquina aserradora de banda.
- Máquina de refrigeración.
- Esmeriladora de banda.
- Máquina automática de lavado.
- Repuestos.

2. Maquinaria y equipo para el área de mecanizado:

- Torno automático con control numérico.
- Máquina procesadora de compuestos biaxiales.
- Torno de torre hexagonal.
- Equipo de prueba de escape o derrame.
- Repuestos.

3. Maquinaria y equipo para el área de acabado:

- Esmeril.
- Pulidora.
- Equipo colector de polvo.
- Repuestos.

4. Maquinaria y equipo para el área de tratamiento superficial:

- Equipo de lixiviación.
- Equipo de galvanizado.
- Equipo de cromado.
- Horno de curado.
- Equipo de tratamiento de desechos de agua.
- Repuestos.

5. Maquinaria para el área de ensamble y prueba hidráulica:

- Máquina de montaje giratoria.
- Transportador de correa para el empaquetado.
- Equipo de prueba hidráulica.
- Tanque de almacenamiento.
- Repuestos.

Con la demanda estimada y los tiempos de procesamiento, que dependerán de la tecnología utilizada, se calculará la cantidad de maquinaria necesaria para el proceso productivo. Con esto quedarán definidas las necesidades de espacio y los recursos humanos destinados para dar respuesta a las exigencias del mercado. Habrá que obtener la relación adecuada entre tecnología empleada (grado de automatización), recursos humanos y costes del proceso de fabricación, teniendo en cuenta aspectos como la demanda, calidad y plazos de entrega para obtener la fórmula que garantice el mayor beneficio para Teka y satisfaga a sus clientes.

2.5 CALIDAD

2.5.1 Introducción

La calidad total es una estrategia global de gestión de toda la organización adoptada por Teka, que busca conseguir la satisfacción de los clientes, empleados, accionistas y sociedad. Este modelo engloba tres aspectos importantes como son la calidad en el diseño, la calidad en fabricación y la calidad de la vida de los trabajadores. A lo largo de este proyecto se han mencionado estos conceptos en repetidas ocasiones, debido a su importancia para las empresas hoy en día.

Calidad de diseño

La calidad de diseño es la adecuación del grifo de cocina a las necesidades y requerimientos del consumidor. Es una planeación a conciencia del producto y/o servicio que se va a ofrecer a la comunidad. Deberán tenerse en cuenta 5 puntos claves para que se de dicha calidad de diseño:

- Segmentar el mercado para identificar el nicho o nichos de mercado al que habremos de dirigirnos.
- Realizar la adecuada y completa investigación de mercado para cada nicho al que nos dirigiremos.
- Adecuar el grifo de acuerdo a las necesidades, gustos y preferencias detectadas en la investigación de mercado.
- Definir los métodos de producción a utilizar.
- Equipar a la organización con los elementos necesarios para la producción del producto, así como los cursos de capacitación para el personal.

Durante el proceso de diseño del grifo de cocina se han tomado estos aspectos en consideración. Las actuaciones que se llevan a cabo en estas direcciones corresponden a ampliar los segmentos del mercado al que van dirigidos los productos de Teka, así como la introducción de éstos en mercados emergentes. Además existe una continua preocupación por la mejora y la utilización de nuevos materiales. En este sentido, los esfuerzos van dirigidos a mejorar el latón (con menos plomo) o el proceso de cromado (más resistente a la corrosión) e introducir nuevos diseños que utilicen vidrio y resinas sintéticas policromas.

Calidad de fabricación

Hay que conseguir una adecuación de la empresa haciéndola mucho más flexible y operando con recursos mínimos para la manufactura, logrando ventajas competitivas en rapidez de respuesta y costos reducidos, con lo que se satisface al cliente. Ayuda a eliminar las actividades que no añaden valor. Es un poderoso enfoque de gestión orientado a conseguir a largo plazo un modelo superior de fabricación.

En este sentido Teka se centra en la mejora continua del proceso de fabricación, empleando equipos y maquinaria de última tecnología, así como métodos de fabricación ajustados y adecuados a sus necesidades. Respecto al Control de calidad de sus productos,

después de la primera parte de fabricación y mecanizado, las piezas obtenidas se comparan con las de los planos para ver que coincidan todas las dimensiones. En este proceso es muy útil emplear calibres pasa no pasa, es práctico y rápido, evitando errores de lectura. Además se toman muestras al azar cada cierto tiempo para tomar medidas a las dimensiones más críticas. También se aplica la inspección visual de las superficies para detectar imperfecciones, que se eliminan mediante lijado y pulido. Después del montaje final, todos los grifos son sometidos a pruebas de estanqueidad y se efectúan las correspondientes pruebas de durabilidad.

Calidad de vida del trabajador

Hay que darles a los trabajadores de todos los niveles un clima organizacional óptimo, ya que de eso depende el trabajo realizado. Para que se dé un agradable clima organizacional, debe de contarse con un líder que asesore a los trabajadores, pero debe tenerse muchísimo cuidado de que este líder no se convierta en un capataz que ordene y haga sentir a los trabajadores que no se les tiene confianza, ya que esto afectará en el nivel de desempeño de los trabajadores puesto que sentirán limitada su capacidad para tomar decisiones y hasta pueden perder el gusto y la entrega por su trabajo.

Entre los criterios que establece Teka para lograr una óptima calidad de vida de sus trabajadores se encuentra: suficiencia en las retribuciones, condiciones de seguridad y bienestar en el trabajo, oportunidades para desarrollar las capacidades humanas, integración social en el trabajo de la organización y balancear el trabajo y la vida personal de los empleados. Con esto se obtiene, entre otros beneficios, una elevada motivación, el desarrollo del trabajador, menores tasas de ausentismo, mayor eficiencia en la organización y mayor beneficio tanto para el trabajador como para la empresa.

Cabe destacar que los tres pilares de la calidad señalados están interrelacionados y dependen y se alimentan los unos de los otros. Al fin y al cabo una empresa está compuesta por personas y de ellas depende el desempeño de ésta, en todas sus funciones. Por tanto el valor más importante de Teka son las personas que componen la organización.

2.5.2 Normas y reglamentos aplicables

Las normativas y certificados nos permiten asegurar la confianza en la grifería sanitaria comprobando de forma continua la conformidad del producto.

Certificado AENOR

AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), entidad privada, independiente, sin ánimo de lucro, reconocida en los ámbitos nacional, comunitario e internacional, contribuye, mediante el desarrollo de las actividades de normalización y certificación (N+C), a mejorar la calidad en las empresas, sus productos y servicios, así como proteger el medio ambiente y, con ello, el bienestar de la sociedad. Sus principales funciones son:

- Elaborar normas técnicas españolas con la participación abierta a todas las partes interesadas y colaborar impulsando la aportación española en la elaboración de normas europeas e internacionales.
- Certificar productos, servicios y empresas (sistemas) confiriendo a los mismos un valor competitivo diferencial que contribuya a favorecer los intercambios comerciales y la cooperación internacional.
- Orientar la gestión a la satisfacción de los clientes y la participación activa de las personas, con criterios de calidad total, y obtener resultados que garanticen un desarrollo competitivo.
- Impulsar la difusión de una cultura que se relacione con la calidad y se identifique como apoyo a quien busca la excelencia.
- Garantizar el rigor, la imparcialidad y la competencia técnica de los servicios de certificación, manifestos en la Declaración aprobada por el Comité de la Imparcialidad.

El objetivo de la Certificación de AENOR con respecto a la grifería sanitaria para utilizar en locales de higiene corporal, cocinas y lavaderos es la de asegurar la conformidad con los requisitos exigidos en la norma aplicable a cada producto, lo que asegura a Teka, entre otras cuestiones, el poder demostrar el cumplimiento con los requisitos exigidos por sus clientes, y para los productos que es de aplicación, por la reglamentación en vigor, que en general, es el código técnico de la edificación.

La certificación de AENOR incluye:

- Ensayos realizados en laboratorios sobre muestras seleccionadas en las instalaciones del fabricante por los servicios técnicos AENOR.
- Visita al centro de producción donde anualmente se realiza una visita de auditoría conforme a la UNE-EN ISO 9001, y se comprueba el cumplimiento de los requisitos específicos exigidos en la producción (ensayos realizados por el fabricante, equipamiento de producción y ensayos, etc.)
- Toma de muestras en el mercado de acuerdo a un plan elaborado por el AEN/CTC-003 que alterna los productos certificados.

Lo que se busca es obtener el certificado AENOR de producto y derecho de uso de la marca AENOR, permitiendo el uso de estas marcas sobre los productos certificados y documentación promocional o comercial.

Normativa sobre grifería

A continuación se incluye una relación de las referencias y títulos completos de los documentos o normas para grifería sanitaria:

- Reglamento General para la Certificación de Productos y Servicios. Marca AENOR (rev. 3, Octubre 2000).
- UNE 19702:2002 Grifería sanitaria de alimentación. Terminología.
- UNE 19702:2003 Grifería sanitaria de alimentación. Terminología.

- UNE 19703:2003 Grifería sanitaria convencional. Especificaciones técnicas.
- UNE-EN 200:2008 Grifería sanitaria. Grifos simples y mezcladores (PN 10). Especificaciones técnicas generales.
- UNE-EN 248:2003 Grifería sanitaria. Especificaciones técnicas generales de los revestimientos electrolíticos de Ni-Cr.
- UNE-EN 816:1997 Grifería sanitaria. Grifos de cierre automático PN 10.
- UNE-EN 817: 2009 Grifería sanitaria. Mezcladores mecánicos (PN 10). Especificaciones generales.
- UNE-EN 1111: 1999 Grifería sanitaria. Mezcladores termostáticos (PN 10). Especificaciones técnicas generales.
- UNE-EN 1717:2001 Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de aguas y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por reflujo
- UNE-EN 13959:2005 Válvulas de retención anticontaminación. DN 6 hasta DN 250 inclusive, familia E, tipos A, B, C y D.
- UNE-EN 14506-2006 Dispositivos para prevenir la contaminación del agua potable por reflujo. Desviador automático. Familia H, Tipo C.
- UNE EN ISO 3822-1:2000 Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 1: Método de medida.
- UNE EN ISO 3822-1:2009/A1 Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 1: Métodos de medida.
- UNE EN ISO 3822-2:1996 Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 2: Condiciones de montaje y funcionamiento de las instalaciones.
- UNE EN ISO 3822-2:2000 Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 2: Condiciones de montaje y funcionamiento de las instalaciones de agua y de la grifería.
- UNE EN ISO 9000:2005 Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.
- UNE EN ISO 9001:2008 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

Resumen de lo más significativo de las normas

- Nomenclatura: los grifos se denominarán según la UNE 19702 y de acuerdo a lo especificado en las correspondientes normas de aplicación:

- Serie: conjunto de grifos con el mismo órgano de maniobra.
- Modelo: es el grifo que bajo un código constituye una unidad inconfundible.
- Modelo base: se toma un modelo como elemento de referencia para otros modelos.
- Modelo variante A: modelo en las cuales las diferencias con el modelo base influyen en alguna de las características siguientes:

- Estanqueidad y no intercomunicación.
- Comportamiento mecánico a la presión antes y después del obturador.

- Resistencia mecánica: duración.
 - Características hidráulicas.
 - Características acústicas.
- Modelo variante B: modelo en las cuales las diferencias con el modelo base influyen en alguna de las características siguientes:
 - Características generales de construcción y aspecto.
 - Calidad del revestimiento.
 - Resistencia mecánica del órgano de maniobra: torsión.
- Buscando en profundidad en bases de datos de la universidad (AENOR) sobre normativas, se analizarán las normas UNE-EN 200:2008 y UNE-EN 816:1997:
- Materiales:
 - Requisitos químicos e higiénicos. Ningún material en contacto con el agua destinada al consumo humano debe presentar un riesgo para la salud. Dichos materiales no deben producir ninguna alteración del agua destinada al consumo humano, en lo que respecta a calidad, aspecto, olor o gusto.
 - Estado de las superficies expuestas. Las superficies cromadas y los revestimientos de Ni-Cr deben cumplir los requisitos de la Norma EN 248.
- Características dimensionales:
 - Observaciones generales. El diseño y la fabricación de componentes sin dimensiones definidas, permiten que el fabricante pueda adoptar diversas soluciones de diseño.
 - Dimensiones de entrada. Las dimensiones de entrada deben ser como se especifican en la siguiente tabla.

Dimensiones de entrada (grifos exteriores y simples, mezcladores monobloque o para varios agujeros)

Dimensiones de entrada (medidas en mm)			Comentarios
Racores, uniones, grifos simples para pared vertical, tuerca prisionera			
A	G ½ B	Racores, uniones	Según la Norma EN ISO 228-1
A 1	G ¾ B		
A 2	9 min.	Tuerca prisionera	Longitud útil de rosca
A 3	15 min.	Racores, uniones (rectas o excéntricas)	
A 6	11 min.	Grifo simple para pared vertical dimensión ½	
A 7	14 min.	Grifo simple para pared vertical dimensión ¾	
Distancia entre centros			
G ^a	150 ± 1	Para dos orificios para el montaje en pared vertical de dimensión ½	Conexión de alimentación, uniones rectas
G 1	140 - 160		– con uniones excéntricas (la ampliación de este campo está permitida)
G 2	200 ± 3,5	Mezclador para varios orificios	
G 3	180 ± 5		
Conexiones de entrada			
N 1	12,3 + 0,2	Tipo A de dimensión ½	
N 2	5 min.		
N 1	15,2 ± 0,05	Tipo B de dimensión ½	
N 2	13 min.	Chaflán 30° × 0,3	
N 1	14,7 + 0,3	Tipo C dimensión ½	
N 2	6,4 min.		
N 1	19,9 + 0,3	Tipo C dimensión ¾	
N 2	6,4 min.		
T		Extremos planos Ø 10, 12, 15, G ½, G 3/8 macho o hembra	Tubo(s) de cobre o tuberías flexible(s) de cobre
U	350 min.		Tubo(s) o tuberías flexible(s) Tuberías flexibles de acuerdo con el proyecto de Norma prEN 13618-1 y/o prEN 13618-2
^a Se permiten otras medidas (por sustitución) cuando la tradición del mercado lo requiera, siempre que el fabricante especifique las medidas reales en la documentación para evitar cualquier confusión con las medidas normalizadas – las cuales se pueden alcanzar mediante la utilización de una conexión excéntrica.			

- Dimensiones de salida. Las dimensiones de salida deben ser como se especifican en la tabla 5. Cuando se utilizan caños con reguladores de chorro conformes con la Norma EN 246, las tolerancias de fabricación elegidas para las roscas de conexión de las salidas deben ser compatibles con las elegidas para las roscas de los reguladores de chorro, de manera que asegure la intercambiabilidad.

Dimensiones de salida (salidas remotas, grifos simples para superficie horizontal y pared vertical, grifos mezcladores monobloque o para varios orificios)

Dimensiones de salida (en milímetros)			Comentarios
E	25 min.	Orificio de salida – En el punto más bajo – Todos los grifos y salidas	Dimensión medida desde el punto más bajo del orificio de salida, incluyendo el regulador o conductor de flujo, hasta la superficie de montaje. Durante un periodo de 5 años después de la aprobación en voto final, se acepta el valor 20 mm para grifos de dimensión 1/2 para sistemas de tipo 2. Existen reglamentos en algunos Estados Miembros de la UE que fijan dimensiones mayores que las que se indican en esta norma
D	80 min.	Grifo simple para superficie horizontal 1/2, 3/4, grifo simple para pared vertical	Dimensión medida desde el centro del orificio de salida incluyendo cualquier regulador de chorro o estabilizador de flujo
	67 min.	Grifo simple para superficie horizontal 1/2 para sistemas de tipo 2	
D 1	90 min.	Mezclador montado sobre superficie horizontal	
D 3	115 min.	Mezclador montado sobre pared vertical Caño separado	
A	G 1/2 B	Salida remota	Según la Norma EN ISO 228-1
A 1	G 3/4 B		
A 4	7,5 min.	Salida ducha	Longitud de la rosca útil
A 5	9,5 min.		Longitud libre de conexión
Los caños en los que se van a instalar reguladores de chorro, deben estar de acuerdo con la Norma EN 246.			
NOTA Aquellos que no están de acuerdo con la Norma EN 246, están cubiertos por el apartado 6.5.			

• Secuencia de ensayo:

Las muestras deben someterse a la secuencia de ensayo que se muestra a continuación:

• Secuencia de ensayo

Secuencia	Muestra 1	Muestra 2
1		Dimensiones (véase el capítulo 6)
2	Estanquidad (véase el capítulo 8)	Caudal (véase el capítulo 10)
3	Resistencia a la fatiga (véase el capítulo 12)	Resistencia mecánica (véase el capítulo 11)
4	Estanquidad (véase el capítulo 8)	Estanquidad (véase el capítulo 8)
5		Resistencia a la presión (véase el capítulo 9)
NOTA El ensayo acústico requerirá de tres muestras que pueden ser diferentes de las dos indicadas arriba.		

Las secuencias de ensayos se encuentran detalladas de manera más profunda en los respectivos capítulos de la norma EN 200-2008.

- Características de estanqueidad:

Resumen de los ensayos de estanqueidad

Estanquidad de: Grifos ½ y ¾, Inversores		Posición de los obturadores o del inversor	Estado de los orificios de salida	Ensayo con agua fría		Requisitos: Ninguna fuga
				Condiciones de ensayo		
				Presión	Duración	
				(MPa)	(s)	
Conjunto del grifo	Aguas arriba del obturador	Obturadores cerrados ^a Par de cierre: 1,5 Nm para dimensión nominal ½ 2,5 Nm para dimensión nominal ¾	Abiertos	1,6 ± 0,05	60 ± 5	– a nivel del obturador o a través de las paredes aguas arriba del obturador
	Aguas abajo del obturador	Obturadores abiertos	Cerrados	0,4 ± 0,02 0,02 ± 0,002	60 ± 5	– a nivel de las juntas de estanquidad
Inversor manual	Obturadores abiertos, inversor en posición baño	Salida baño cerrada, Salida ducha abierta		0,4 ± 0,02 0,02 ± 0,002	60 ± 5	– en la salida a ducha
	Obturadores abiertos, inversor en posición ducha	Salida ducha cerrada Salida baño abierta		0,4 ± 0,02 0,02 ± 0,002	60 ± 5	– en la salida a baño
Inversor de retorno automático	De acuerdo con la aplicación, véanse los apartados 8.6 y 8.7 Obturadores abiertos, inversor en posición baño	Ambas salidas abiertas		0,4 ± 0,02 0,02 ± 0,002	60 ± 5	– en el punto de conexión del tubo flexible
	Obturadores abiertos, inversor en la posición ducha			0,4 ± 0,02 0,02 ± 0,002		– en la salida a baño
	De acuerdo con la aplicación, véanse los apartados 8.6 y 8.7 Obturadores abiertos, inversor en posición ducha			0,05 ± 0,002 ó 0,02 ± 0,002		– no se produce el retorno del inversor; – ninguna fuga en la salida a baño
	Obturadores cerrados				El inversor vuelve a la posición baño	
	De acuerdo con la aplicación, véanse los apartados 8.6 y 8.7 Obturadores abiertos, inversor en la posición baño			0,05 ± 0,002 ó 0,02 ± 0,002	60 ± 5	– en el punto de conexión del tubo flexible

^a Si se utiliza un prensaestopas para asegurar la estanquidad del husillo, el casquillo del prensaestopas está aflojado.

^a Si se utiliza un prensaestopas para asegurar la estanqueidad del husillo, el casquillo del prensaestopas está alojado.

- Características de resistencia a la presión. Comportamiento mecánico bajo presión.

Resumen de los ensayos de características de resistencia mecánica a la presión

Resistencia a la presión de: Grifos ½ y ¾	Ensayo de agua fría		Condiciones de ensayo		
	Posición del(de los) obturador(es)	Estado de los orificios de salida	Presión (MPa)	Duración	Requisitos
Conjunto de la grifería					
Aguas arriba del obturador	Obturador(es) cerrado(s)	Abiertos	(2,5 ± 0,05) MPa [(25,0 ± 0,5) bar]	60 ± 5	Ninguna deformación permanente
Aguas abajo del obturador. Grifos con regulador de chorro	Obturador(es) abierto(s), inversor en posición baño	Abiertos	(0,4 ± 0,02) MPa [(4,0 ± 0,2) bar]		
Dimensión del grifo ½ para sistemas de tipo 2 - sin regulador de chorro			Presión para proporcionar 0,4 l/s		Ninguna deformación permanente de las partes situadas aguas abajo del obturador
Dimensión del grifo ¾ para sistemas de tipo 2 - sin regulador de chorro			Presión para proporcionar 0,8 l/s		

- Características hidráulicas:

Valores mínimos de caudales y presiones de ensayo en función de la aplicación

Sistema de alimentación (véase también la tabla 1)		Grifos para un sistema de alimentación tipo 1	Grifos para un sistema de alimentación tipo 2	
Presión de ensayo		(0,3 ± 0,02) MPa [(3,0 ± 0,2) bar]	(0,01 ± 0,002) MPa [(0,1 ± 0,02) bar]	
Grifos simples	Dimensión nominal	Caudal	Caudal	Clase de caudal
Lavabo, bidé, etc.	½"	12,0 l/min (0,20 l/s)	7,5 l/min (0,125 l/s)	X
Baño	½", ¾"	19,0 l/min (0,32 l/s)	15,0 l/min (0,250 l/s)	Y
Mezcladores (cada lado se ensaya por separado)	Dimensión nominal	Caudal		
Lavabo, bidé, fregadero (ahorro de agua)		4,0 – 9 l/min (0,066 – 0,15 l/s)	3,0 – 6,0 l/min	
Lavabo, bidé, fregadero ^a		12,0 l/min (0,20 l/s)	7,5 l/min	
Ducha				
Baño, caliente o fría		19,0 l/min (0,32 l/s)	15 l/min	
Ambos obturadores completamente abiertos		20,0 l/min (0,33 l/s)	22,5 l/min	
Salida dividida (la red alimenta la entrada de agua fría) ^b				
Vía de agua caliente	½"		7,5 l/min (0,125 l/s)	R
Vía de agua fría	½"		4,2 l/min (0,070 l/s)	
Salida dividida o salida única, cada lado se ensaya por separado	½"		7,5 l/min (0,125 l/s)	X
	¾"		15,0 l/min (0,250 l/s)	Y
Salida única, los dos grifos se ensayan completamente abiertos	½"		10,8 l/min (0,180 l/s)	X
	¾"		22,5 l/min (0,375 l/s)	Y

^a Grifos para un sistema de alimentación de tipo 1.
Mezcladores (lavabo, bidé, fregadero).
Para grifos con chorro separado o ducha o tubos flexibles de alimentación, se debe aplicar un caudal mínimo de 0,15 l/s

^b Grifos para un sistema de alimentación de tipo 2.
Mezcladores con salida separada (la red alimenta el agua fría): Es esencial que estos grifos se conecten a una alimentación de agua capaz de mantener una presión dinámica mínima de 0,04 MPa [(0,4) bar] a través del lado de agua fría.

La alimentación tipo 1 o tipo 2 se refiere a la posición en la que esté situado el depósito de agua en una casa o establecimiento. 1 es para la posición en la que el depósito está por debajo del grifo, y 2, es la posición en la que se sitúa por encima del grifo.

• Ensayo de torsión:

Es un ensayo, en el que se aplica gradualmente de durante 4-6 segundos, un momento de torsión de $(6 \pm 0,2)$ Nm al órgano de maniobra en el sentido de apertura. Se mantiene ese momento de torsión durante 315 segundos, y se vuelve a cerrar. Se reproduce este procedimiento un par de veces más para comprobar la resistencia mecánica a torsión.

Como requisitos:

- No deben de haber deformaciones u otros deterioros que impidan el funcionamiento del grifo.
- El grifo debe cumplir con los requisitos de estanqueidad.

• Características de resistencia mecánica a la fatiga:

El grifo debe de aguantar según esta norma 200 000 ciclos de apertura y cierre a una velocidad especificada en la siguiente tabla, en el que se echa agua caliente y fría alternativamente durante periodos de 15 minutos cada uno.

Condiciones de ensayo de resistencia mecánica a la fatiga

Temperatura del agua	
– fría	$\leq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$
– caliente	$(65 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$
Caudal regulado por estrangulamiento de la salida	$6 \pm 1\text{ l/min}$
Presión estática en MPa	$0,4 \pm 0,05\text{ MPa } [(4 \pm 0,5)\text{ bar}]$
Giros por minuto	
– para cierres elastoméricos	$30 \pm 0,1\text{ rpm}$
– para válvulas cerámicas	$10 \pm 0,1\text{ rpm}$
Periodo de tiempo en posición de abierto	1 a 2 s
Periodo de tiempo en posición de cerrado con un momento de torsión aplicado	$\leq 0,4\text{ s}$
Periodo total de tiempo en posición de cerrado	2 a 3 s
Momento de torsión de cierre para soleta elastomérica	$2,5 \pm 0,25\text{ Nm}$
Momento de torsión de cierre para discos cerámicos	$1,5 \pm 0,25\text{ Nm}$
Número de ciclos	200 000

También se tendrá en cuenta la resistencia a fatiga de los inversores y de los caños giratorios, utilizando otros protocolos de ensayo para ellos.

- Características acústicas:

En este apartado se clasifica a los grifos simples y mezcladores por su grupo acústico. La determinación del grupo acústico se realiza con una presión dinámica de 0.3 MPa y se clasifica de acuerdo a esta tabla:

Grupo acústico

Grupo	L_{ap} en dB(A)
I	≤ 20
II	$20 < L_{ap} \leq 30$
U (no clasificable)	> 30

2.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

2.6.1 Introducción

La relación entre trabajo y salud es evidente, ya que para poder realizar el trabajo de forma correcta es necesario disponer de buena salud. La ausencia de salud no permite un desarrollo profesional adecuado. Además, el propio desempeño del trabajo puede implicar riesgos para la salud de los trabajadores. Es difícil, por no decir imposible, encontrar alguna actividad laboral que no tenga ningún tipo de riesgo para la salud. Por ello se emplean diferentes técnicas de seguridad, son unos métodos que se aplican para garantizar la seguridad laboral en los puestos de trabajo. Es deber empresarial el dar protección eficaz al trabajador para garantizar su seguridad y salud. Esto obliga a adoptar todas las medidas necesarias para la protección del trabajador.

No se puede obviar que la salud de los trabajadores es una ventaja competitiva más de las empresas. La mejora en la prevención de riesgos laborales mejora la competitividad y la productividad de una empresa, aparte de evitar muchos problemas.

Teniendo en cuenta los tres pilares básicos de la calidad, la prevención de riesgos laborales está estrechamente relacionada con las personas y su desempeño dentro de la empresa. Por lo tanto la prevención forma parte de la calidad de una empresa, calidad de vida de los trabajadores que se refleja en su desempeño e influye sobre el producto final que llega al consumidor. De esto se deduce la ventaja competitiva que supone la prevención de riesgos laborales.

La ley 31/1995 de 8 de noviembre, por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), aportó una nueva concepción de la seguridad y salud en el puesto de trabajo. Su aplicación supone la implantación de una cultura de prevención en

todos los niveles de la empresa, tendente a evaluar y minimizar los riesgos que para la salud del trabajador pudiera ocasionar la actividad laboral.

Por otra parte, el Reglamento de los Servicios de Prevención (R.D. 39/1997, de 17 de enero), como normativa de desarrollo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece, en el art. 1:

“La prevención de riesgos laborales, como actuación a desarrollar en el seno de la empresa, deberá integrarse en el conjunto de sus actividades y decisiones, tanto en los procesos técnicos, en la organización del trabajo y en las condiciones en que éste se preste, como en la línea jerárquica de la empresa, incluidos todos los niveles de la misma. La integración de la prevención en todos los niveles jerárquicos de la empresa implica la atribución a todos ellos y la asunción por éstos de la obligación de incluir la prevención de riesgos en cualquier actividad que realicen u ordenen y en todas las decisiones que adopten.”

La ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma el marco normativo de la prevención de riesgos laborales y refuerza la obligación de integrar la prevención de riesgos en el sistema general de gestión de la empresa, tanto en el conjunto de sus actividades como en todos los niveles jerárquicos de la misma, a través de la implantación y aplicación de un plan de prevención de riesgos laborales.

El Plan de Prevención de Riesgos Laborales se constituye con objeto de establecer las pautas para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, desarrolla las acciones y criterios de actuación para la integración preventiva en la empresa y la adopción de cuantas medidas sean necesarias.

2.6.2 Plan de prevención

Política de prevención de la empresa

La política de prevención de Teka se puede resumir en los siguientes puntos:

- El compromiso de Teka es proteger la seguridad y salud de todos sus empleados, con la convicción de que los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales pueden y deben ser evitados.
- Para ello, se adopta el principio de mejora permanente de la acción preventiva, que incluye, entre otras, las actividades de prevención y protección de la salud, actuación ante emergencias, adecuación del trabajo a la persona, selección de equipos de trabajo y productos, coordinación entre empresas y demás obligaciones recogidas en el marco normativo de prevención.
- Esta empresa está al servicio de sus clientes, comprometidos con la sociedad, el medio ambiente y la salud de todos los que forman Teka.
- Los accidentes de trabajo o cualquier lesión generada en el mismo son, fundamentalmente, fallos de gestión y, por tanto, evitables mediante una gestión adecuada que permita adoptar las medidas para la identificación, evaluación y control de los posibles riesgos.

- La línea jerárquica es la responsable de la prevención de los accidentes y debe considerarla tan importante como la calidad del producto o la productividad.
- Teka promueve y establece los medios necesarios para que la comunicación de las deficiencias y/o sugerencias de mejora sean analizadas y, de ser posible, aplicadas. El espíritu de participación, innovación y de mejora continua es fundamental para el futuro de esta Empresa.
- Las personas constituyen el valor más importante de la Empresa. Por ello deben estar cualificadas e identificadas con los objetivos de la organización y sus opiniones han de ser consideradas. La formación e información sobre los riesgos, así como los medios y las medidas a adoptar para su prevención son de capital importancia y deben llegar a todos los empleados de la Empresa.
- En el Plan de Prevención se concretan las pautas de actuación. Debe ser conocido por todas las personas.
- Para la puesta en práctica y desarrollo de esta Política de Prevención, la Empresa cuenta con la participación de sus trabajadores y de los órganos de representación de los mismos.
- Teka asume lo expuesto anteriormente como garantía de pervivencia y crecimiento.

Objetivos generales

De acuerdo con la política de prevención de riesgos laborales, la Gerencia de TEKA establece como objetivos generales de la Política de Prevención de Riesgos Laborales los siguientes:

- Alcanzar un alto nivel de seguridad y salud en el trabajo, cumpliendo como mínimo con la legislación vigente establecida en materia de prevención de riesgos laborales.
- Conseguir una total integración de los aspectos preventivos en todos los niveles de la organización.
- Desarrollar, aplicar y mantener un modelo de Gestión de la prevención destinado a la mejora continua de las condiciones de trabajo. En este aspecto es propósito de la organización adelantarse a los posibles cambios de la legislación incorporando a su sistema todas aquellas nuevas herramientas que puedan favorecer la prevención.
- Garantizar la formación, información y participación de todos sus empleados.
- Integrar a todos sus clientes en el compromiso activo de la mejora continua de las condiciones de trabajo.
- Realizar auditorías sistemáticas, tanto internas como externas, que verifiquen el cumplimiento y efectividad de la política preventiva.
- Difundir esta política entre todo el personal. Así como, establecer y difundir a todo el personal unos objetivos y compromisos en materia de prevención de riesgos anuales con carácter anual.

Para asegurar que se cumplen todos estos objetivos, la Gerencia de TEKA dotará a la organización de todos los medios humanos y materiales necesarios para el desarrollo de la política preventiva.

Además de estos objetivos generales se establecerán unos objetivos anuales que deben ser asumidos por todo el personal de la empresa.

Sistema de prevención de riesgos laborales

La empresa “TEKA INDUSTRIAL SA.” tras analizar su estructura, recursos y necesidades; así como, las diferentes posibilidades existentes en sistemas de prevención de riesgos laborales; y con el doble objetivo de garantizar la seguridad y salud de sus trabajadores y cumplir con la normativa vigente ha escogido un sistema de gestión integrado mixto. Este sistema estará formado por los siguientes órganos:

- Departamento de Prevención de riesgos laborales.
- Comité de Seguridad y Salud.
- Grupos de Trabajo.
- Sistema de Prevención Ajeno (encargado del área de Medicina del Trabajo).

El mayor peso en tema de prevención lo lleva el Departamento de prevención. De esta forma se tendrá personal verdaderamente preparado en temas preventivos. Este grupo de personas que forman el Departamento de prevención, se van a encargar de las áreas de Seguridad en el trabajo, Higiene industrial, Ergonomía y psicología, mientras que el sector de la Medicina del Trabajo se dejará para una mutua externa. Se busca además que exista contacto directo con los trabajadores para conseguir una verdadera integración, por lo que se crea un Comité o grupo de trabajo, que está en contacto directo con el Departamento de prevención. Por último también hay en este sistema de gestión un Comité de Seguridad e Higiene.

- Departamento de prevención: las funciones y responsabilidades que afectan al departamento de prevención de riesgos laborales de “TEKA INDUSTRIAL S.A.” son las que se exponen a continuación:

- Ayudar a conseguir una cultura común en prevención, entre las diferentes áreas y niveles de la empresa, asegurando la correcta comunicación entre las distintas partes interesadas.
- Proporcionar a la empresa procedimientos para poner en práctica las metas y objetivos vinculados a su política de prevención, y también para comprobar y evaluar el grado de cumplimiento en la práctica.
- Ayudar a la empresa en el cumplimiento de los requisitos legales y normativos relativos a la ley de prevención de riesgos laborales.
- Ofrecer las directrices para evaluar y poner en práctica estrategias de gestión relacionadas con la prevención de riesgos laborales.
- Liderar todas las actividades de control del sistema de gestión en prevención de riesgos laborales.
- Elaboración y mantenimiento del presente manual de prevención de riesgos laborales.

- Delegados de prevención: las competencias y facultades que deben asumir son las dictaminadas por el artículo 36 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales. Las competencias del Delegado de prevención son:

- a) Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva.
- b) Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- c) Ser consultados por el empresario, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones a que se refiere el artículo 33 de la presente Ley.
- d) Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Los Delegados de Prevención están facultados para:

- a) Acompañar a los técnicos en las evaluaciones de carácter preventivo del medio ambiente de trabajo, a los Inspectores de Trabajo y Seguridad Social en las visitas y verificaciones que realicen en los centros de trabajo para comprobar el cumplimiento de la normativa sobre prevención de riesgos laborales, pudiendo formular ante ellos las observaciones que estimen oportunas.
 - b) Tener acceso, con las limitaciones previstas en el apartado 4 del artículo 22 de la ley 31/1995, a la información y documentación relativa a las condiciones de trabajo que sean necesarias para el ejercicio de sus funciones.
 - c) Ser informados por el empresario sobre los daños producidos en la salud de los trabajadores una vez que aquél hubiese tenido conocimiento de ellos, pudiendo presentarse, aun fuera de su jornada laboral, en el lugar de los hechos para conocer las circunstancias de los mismos.
 - d) Recibir del empresario las informaciones obtenidas por éste procedentes de las personas u órganos encargados de las actividades de protección y prevención en la empresa, así como de los organismos competentes para la seguridad y la salud de los trabajadores.
 - e) Realizar visitas a los lugares de trabajo para ejercer una labor de vigilancia y control del estado de las condiciones de trabajo, pudiendo, a tal fin, acceder a cualquier zona de los mismos y comunicarse durante la jornada con los trabajadores, de manera que no se altere el normal desarrollo del proceso productivo.
 - f) Recabar del empresario la adopción de medidas de carácter preventivo y para la mejora de los niveles de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, pudiendo a tal fin efectuar propuestas al empresario, así como al Comité de Seguridad y Salud para su discusión en el mismo.
 - g) Proponer al órgano de representación de los trabajadores la adopción del acuerdo de paralización de actividades.
- Comité de seguridad y salud: el Comité de Seguridad y Salud de “TEKA INDUSTRIAL S.A.” es un órgano paritario y colegiado de participación, destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos, en el que se atenderá a las especialidades de cada puesto de trabajo, en orden a promover los programas adecuados para reducir los riesgos laborales y mejorar los ambientes de trabajo, perfeccionando los niveles de protección.

En cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 38.3 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el Comité deberá adoptar sus propias normas de funcionamiento, para lo cual procederá a elaborar un Reglamento de Funcionamiento Interno que tendrá como finalidad regular de forma sistemática, ordenada y precisa el funcionamiento del citado Comité, garantizando de esta forma la participación de todos los trabajadores de la empresa en el diseño de la política de prevención de riesgos laborales y en el control de la ejecución de las medidas destinadas a promover la mejora en las condiciones de trabajo de aquéllos. Este reglamento interno consta de unas disposiciones generales, competencias y funciones del comité, su funcionamiento y el régimen jurídico.

• Grupo de trabajo: los principios de funcionamiento de los Grupos de trabajo de “TEKA INDUSTRIAL S.A.” son los siguientes:

- El tamaño de los grupos de trabajo nunca superará las diez personas. Estando formados por técnico del Departamento de Prevención más los trabajadores y mandos intermedios que el técnico considere oportuno sin superar la cifra anteriormente dada.
- Se facilitará la posibilidad de formar a parte del grupo de trabajo a todos los empleados que lo deseen mediante la inclusión de una hoja en el tablón de anuncios.
- El técnico de prevención responsable del grupo podrá designar a los trabajadores que considere necesario formen parte del grupo de trabajo.
- Una vez constituido el grupo de trabajo, este se reunirá con carácter trimestral por periodo de un año, momento en el cual se decidirá si el grupo continua o no con su actividad.
- Las reuniones se desarrollarán en las oficinas de la empresa computándose el tiempo que los trabajadores destinen a este cometido como tiempo normal de trabajo.
- El técnico de prevención asumirá el papel de moderador, y será quien ostente la autoridad en el desarrollo de las reuniones del grupo.
- Mediante la colocación de una hoja en el tablón de anuncios una semana antes de la celebración de la reunión, se expondrán los temas a tratar escogidos por el técnico de prevención, dejándose espacio para la inclusión de nuevos temas por parte de los trabajadores, a condición de la identificación de los mismos.
- Una vez finalizada la reunión se emitirá un informe, firmado por todos los integrantes del grupo en el que se desarrollarán brevemente los puntos tratados durante el transcurso de la misma.

• Servicio de prevención ajeno (Medicina del trabajo): las funciones y responsabilidades que deberá cumplir el Servicio de Prevención Ajeno contratado por “TEKA INDUSTRIAL S.A.” son:

- Vigilancia de la salud de los trabajadores: reconocimientos médicos específicos y análisis con criterios epidemiológicos de los resultados de los mismos.

- Estudio de las enfermedades que se produzcan entre los trabajadores para poder identificar cualquier relación entre las causas de enfermedad y los riesgos para la salud que puedan presentarse en los lugares de trabajo.
- Formación e información de los trabajadores.
- Promoción de la salud en el lugar de trabajo.
- Asistencia de primeros auxilios y urgencias.
- Colaboración con el Sistema Nacional de Salud.
- Colaboración con las autoridades sanitarias para proveer el Sistema de información Sanitaria en Salud Laboral.
- Estudio especial de los riesgos (y proposición de las correspondientes medidas preventivas y protectoras) de los riesgos que puedan afectar a las trabajadoras embarazadas o en situación de parto reciente, a los menores y a los trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos por sus características personales, estado biológico o discapacidades físicas, psíquicas o sensoriales; valorando, además de los condicionantes derivados del medio ambiente laboral, los derivados de las situaciones particulares de los trabajadores.

Responsabilidades de los trabajadores

Los trabajadores encargados de llevar a cabo las labores de dirección en la empresa “TEKA INDUSTRIAL S.A.” tendrán asociadas, además de las responsabilidades inherentes a su puesto, las siguientes responsabilidades preventivas:

- Control de la eficacia del sistema de prevención de riesgos laborales mediante seguimiento del mismo.
- Control de la implantación de la planificación de la actividad preventiva.
- Control de los resultados de las auditorias periódicas (tanto internas como externas).
- Recibir información de los chequeos periódicos e inspecciones de seguridad realizados en la empresa.
- Tomar decisiones sobre nuevas medidas correctoras a propuesta del Departamento de Prevención de Riesgos Laborales de la de empresa.

Los mandos intermedios tienen una serie de responsabilidades y funciones propias del puesto, pero además tienen una serie de responsabilidades a nivel de prevención de riesgos laborales, puesto que la integración de ésta ha de pasar por todos los niveles de la empresa. Estas responsabilidades y funciones son:

- Aporte de toda la información que sea solicitada por el Departamento de Prevención en materia de prevención de riesgos laborales.
- Seguimiento de la implantación de la planificación de la actividad preventiva en su vertiente de medidas correctoras.
- Colaboración en la implantación del sistema de gestión de la prevención, aportando los conocimientos que poseen de los sistemas de trabajo de la sección a su cargo, así como de sus trabajadores.
- Supervisión de las inspecciones de seguridad realizadas en la empresa.

- Supervisión, si fuese necesario, de los chequeos periódicos realizados en la empresa.

Los trabajadores de base de la “TEKA INDUSTRIAL S.A.” tendrán asociadas, además de las responsabilidades inherentes a su puesto, las siguientes responsabilidades preventivas:

- Manejo adecuado de los equipos de trabajo, según lo marcado por la normativa específica.
- Respeto a las normas preventivas establecidas en la empresa por el Departamento de Prevención.
- Uso adecuado de los equipos de protección individuales y colectivos puestos a su disposición.
- Realización de tareas de comprobación diaria del estado correcto de los equipos de trabajo.
- Comprobación de la presencia y estado de los equipos de protección individuales y colectivos.
- Colaboración en la detección de fuentes de riesgos (serán consideradas como inspecciones de seguridad de carácter informal).
- Comunicación al Departamento de Prevención de todas aquellas ideas referentes a mejoras en las medidas correctoras de sus puestos de trabajo.

Canales de comunicación

- Comunicación de la dirección:
 - Comunicación del Sistema de Prevención a los mandos intermedios.
 - Aceptación de la propuesta realizada por el Departamento de Prevención.
- Comunicaciones a la dirección:
 - Comunicaciones de propuestas a la Dirección.
 - Comunicación de responsabilidades preventivas a Dirección.
 - Comunicación de responsabilidades preventivas a los Mandos Intermedios.
 - Comunicación de responsabilidades preventivas a los Trabajadores Base.
 - Comunicación de evaluaciones preventivas a Delegados de Prevención.
- Comunicaciones de delegados de prevención:
 - Comunicación de propuestas al Departamento de Prevención.
- Comunicaciones del comité de seguridad y salud.
- Comunicaciones de grupos de trabajo:
 - Hoja para captación de voluntarios.
 - Comunicación de propuestas al Departamento de Prevención.
- Comunicaciones del sistema de prevención ajeno:
 - Comunicación de propuestas sobre Salud Laboral al Dpto. de Prevención.
 - Comunicación de los puestos de trabajo cuyos ocupantes deben estar obligatoriamente sometidos a reconocimientos médicos.
- Comunicaciones de los mandos intermedios:
 - Justificante de impartición y recepción de información-formación sobre riesgos y medidas preventivas del puesto de trabajo.
 - Documento de entrega de los Equipos de Protección Individual.

Capacitación

La total integración de la prevención en todos los niveles de la empresa, así como la promoción de la cultura preventiva en todos los trabajadores de la empresa “TEKA INDUSTRIAL S.A.” es considerada por la dirección de la misma como un objetivo prioritario en materia preventiva. Por ello la empresa se compromete a no perder de vista este objetivo en la formación y contratación de nuevos trabajadores, de forma que los distintos niveles tengan las siguientes cualificaciones en materia preventiva:

- Técnicos del Departamento de Prevención de Riesgos Laborales: tendrán una formación de nivel superior en Prevención de Riesgos Laborales. Entre los técnicos que conforman el Departamento se cubrirán todas las especialidades de que se hace cargo el Servicio de Prevención de la empresa, que son: Seguridad en el trabajo, Higiene Industrial y Ergonomía y Psicosociología aplicada.
- Delegados de Prevención: estarán en posesión de una formación de nivel intermedio en Prevención de Riesgos Laborales.
- Resto de trabajadores: aunque no resulte necesario para el desempeño normal de sus tareas, con el fin de integrar la prevención y favorecer la cultura preventiva, la empresa se ocupará de proporcionar una formación de nivel básico en Prevención de Riesgos Laborales a los siguientes grupos de trabajadores:
 - Directivos.
 - Mandos Intermedios.
 - Trabajadores de línea operativa.

Procedimientos

De acuerdo con el artículo 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, “TEKA INDUSTRIAL S.A.” incluye en este plan todos aquellos procedimientos destinados a la prevención de riesgos. Estos procedimientos permitirán disponer del mecanismo necesario para facilitar el aprendizaje por parte de quienes están implicados en la acción preventiva y, no menos importante, facilitan el proceso de seguimiento y evaluación, que es determinante en toda acción de mejora.

Se van a describir un conjunto amplio de procedimientos preventivos, acompañados de criterios y pautas de actuación con vistas a facilitar su diseño. Son los siguientes:

- | | |
|------------|---|
| MP_PR – 01 | Evaluación de riesgos. |
| MP_PR – 02 | Planificación de la actividad preventiva. |
| MP_PR – 03 | Formación inicial y continuada de trabajadores. |
| MP_PR – 04 | Información de los riesgos en los lugares de trabajo. |
| MP_PR – 05 | Señalización de seguridad. |
| MP_PR – 06 | E.P.I. y ropa de trabajo. |
| MP_PR – 07 | Inspecciones y revisiones de seguridad. |

MP_PR – 08	Mantenimiento preventivo.
MP_PR – 09	Comunicación de los riesgos detectados y sugerencias de mejora.
MP_PR – 10	Seguimiento y control de medidas correctoras.
MP_PR – 11	Contratación y subcontratación.
MP_PR – 12	Plan de emergencia.
MP_PR – 13	Control de la documentación y de los registros de prevención.
MP_PR – 14	Auditorias del sistema de prevención.

En cuanto a la estructura de cada uno de los procedimientos, seguirá un esquema, en el que como mínimo se tratarán las siguientes cuestiones:

- Objetivo.
- Alcance.
- Implicaciones y responsabilidades.
- Descripción del procedimiento.
- Referencias legales.
- Anexos.

Por último, señalar que estos procedimientos estarán descritos con detalle en el Manual de procedimientos de riesgos laborales de la empresa.

2.7 MANTENIMIENTO

2.7.1 Introducción

Siguiendo el esquema de los tres pilares básicos de la calidad repetido durante todo este proyecto, el mantenimiento está estrechamente relacionado con la fabricación. De este modo se relaciona el mantenimiento con la calidad. La calidad de fabricación, entre otros factores, es influenciado por el mantenimiento de las instalaciones, equipos y máquinas que forman parte del proceso de fabricación. Por ello, en el proceso de fabricación y en su configuración ha de tenerse en cuenta las necesidades de mantenimiento, servicio de apoyo técnico al proceso de fabricación para que éste se mantenga dentro de unos parámetros aceptables preestablecidos.

La aparición de fallos y averías en los componentes de una instalación industrial trae consigo la disminución de los beneficios que pudieran derivarse del proceso productivo en cuestión. Aquellas averías que dan lugar a la indisponibilidad del proceso provocan una merma de ingresos y, asimismo, originan un incremento de los costes de producción, ya que, como mínimo, habrá que reparar o sustituir el equipo averiado y, en el peor de los casos, deberán pagarse unas importantes indemnizaciones por los posibles daños ocasionados a terceros.

En los tiempos actuales, caracterizados por un creciente grado de competencia en la totalidad de los mercados que provoca la erosión de los márgenes comerciales, el aseguramiento de la capacidad productiva se configura como un factor fundamental para el mantenimiento o mejora de la rentabilidad asociada a una instalación o proceso industrial. Convirtiéndose de esta manera en una ventaja competitiva para las empresas. En este contexto, la confiabilidad o seguridad de funcionamiento de una instalación industrial, visión integrada de los conceptos de fiabilidad (capacidad para funcionar continuamente durante un determinado período de tiempo), mantenibilidad (capacidad para ser mantenido preventiva y correctivamente), disponibilidad (capacidad para funcionar en un instante determinado) y seguridad (capacidad para operar sin producir daño), constituye el índice básico de medida del aseguramiento de su capacidad productiva.

Si los conceptos anteriormente mencionados se jerarquizan en términos de la influencia de unos en otros, se puede afirmar que el mantenimiento, en sus variantes de preventivo y correctivo, influye sobremedida en el resto de los elementos de la confiabilidad de un dispositivo. De ahí el notable auge que, en los últimos años, está teniendo su optimización en la mayoría de las organizaciones industriales.

Se presentarán los aspectos más significativos de la metodología TPM (Total Productive Maintenance), considerada como una herramienta muy importante a implantar en una instalación industrial que contribuya a la mejora de la productividad y, por consiguiente, al incremento de la rentabilidad de los procesos implicados y del valor de los activos invertidos. El TPM se basa en un proceso continuo para obtener sustanciales mejoras en la reducción del porcentaje de paradas, mejora en la calidad del producto y disminución de los gastos innecesarios de mantenimiento por falta de información. Esta es la metodología de mantenimiento industrial que se implanta en TEKA INDUSTRIAL S.A.

2.7.2 Aplicación del TPM

Principios básicos de TPM

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.

Asumimos el término TPM con los siguientes enfoques: la letra "M" representa acciones de management y mantenimiento. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra "P" está vinculada a la palabra "productivo" o "productividad" de equipos pero que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "perfeccionamiento". La letra "T" de la palabra "total" se interpreta como "todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa".

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. Por lo tanto supone una ventaja competitiva su implantación para TEKA.

El TPM es un sistema orientado a lograr:

- Cero accidentes.
- Cero defectos.
- Cero averías.
- Cero pérdidas.

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costes de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo deben participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa.

La obtención de las “cero pérdidas” se debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa. Cuando esto se ha logrado, el período de operación mejora, los costos son reducidos, el inventario puede ser minimizado, y en consecuencia la productividad se incrementa. Típicamente se requieren 3 años desde la introducción del TPM para obtener resultados satisfactorios. El costo depende del estado inicial del equipo y de la experiencia del personal de mantenimiento.

Objetivos

Los objetivos que TEKA INDUSTRIAL S.A. busca al implantar el TPM tienen diferentes dimensiones:

- Objetivos estratégicos: el proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del “conocimiento” industrial.
- Objetivos operativos: el TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.
- Objetivos organizativos: el TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

Características

Las características del TPM más significativas son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.

- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El modelo original TPM propuesto por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) sugiere utilizar pilares específicos para acciones concretas diversas, las cuales se deben implantar en forma gradual y progresiva, asegurando cada paso dado mediante acciones de autocontrol del personal que interviene.

Beneficios de la implantación del TPM

Los beneficios que aporta a TEKA la implantación del TPM son de diverso carácter:

- Organizativos:
 - Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
 - Mejor control de las operaciones.
 - Incremento de la moral del empleado.
 - Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
 - Aprendizaje permanente.
 - Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
 - Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.
 - Redes de comunicación eficaces.
- Seguridad:
 - Mejorar las condiciones ambientales.
 - Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
 - Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
 - Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de cómo hacerlo.
 - Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
 - Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.
- Productividad:
 - Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
 - Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
 - Reducción de los costes de mantenimiento.
 - Mejora de la calidad del producto final.
 - Menor coste financiero por recambios.
 - Mejora de la tecnología de la empresa.
 - Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
 - Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

TPM como sistema

El TPM es un modelo completo de dirección industrial. No se trata de acciones simples de limpieza, gestionar automáticamente la información de mantenimiento o aplicar una serie de técnicas de análisis de problemas. El TPM es una estructura de *management industrial* que involucra sistemas de dirección, cultura de empresa, arquitectura organizativa y dirección del talento humano.

Presentar el TPM en forma sintética, pero completa no es una tarea fácil, ya que del modelo japonés y el material escrito por estos expertos no emerge una visión global. Se pretende en este capítulo presentar el TPM como un sistema e introducir sus componentes.

Este modelo incluye los siguientes cuatro subsistemas:

- 1) Premisas de base: las premisas de base son los cimientos organizativos sobre los que se construye el sistema TPM.
- 2) Gestión del conocimiento: hace referencia al proceso necesario para crear una fábrica inteligente en donde el aprendizaje permanente y el empleo del conocimiento sea el centro de la cultura de la organización y fuente de capacidades competitivas de la empresa.
- 3) Procesos fundamentales o “pilares”: los procesos fundamentales del TPM constituyen las actividades operativas que se deben realizar para lograr las mejoras esperadas. Estos procesos se deben desarrollar en forma ordenada, siguiendo una metodología que asegure el logro de beneficios. Es en este punto donde el JIPM ha trabajado durante décadas para perfeccionar el modelo de implantación. Las características fundamentales de la metodología JIPM es la utilización de pasos muy bien estudiados y el proceso de evaluación empleado para certificar la aplicación correcta de cada paso.
- 4) Dirección por políticas: debe ser el motivo que impulsa el desarrollo del TPM. Se trata de un sistema de management que involucra a toda la organización a pensar y actuar en la dirección del propósito estratégico trazado por la alta dirección de la compañía.



Implantación del modelo TPM

Es necesario evolucionar la concepción del mantenimiento y proyectarlo a los nuevos escenarios competitivos. Los directivos y técnicos de mantenimiento de TEKA INDUSTRIAL S.A. tienen delante un reto importante que consiste en aprender un nuevo modelo de trabajo que le permita hacer frente a los nuevos desafíos futuros. Entre esos retos se encuentran el crear una cultura de trabajo en equipo e involucrar a todo el personal, desarrollo de nuevos modelos de mantenimiento fundamentados en el conocimiento, crear depósitos de conocimiento y facilitar su acceso, fomentar el ambiente propicio para los conocimientos, aprender mediante el análisis y solución de problemas, etc.

Una de las claves para la puesta en marcha del TPM en forma exitosa es que la dirección comunique el motivo del cambio estratégico que se inicia en los centros productivos con tanta claridad y en una forma que logre el interés en un principio y un compromiso total en todos los niveles para llevar a cabo esta estrategia. Se debe crear el suficiente entusiasmo para lograr que la puesta en práctica del TPM sea una verdadera cruzada contra todo lo que sea despilfarro en la organización. Sin embargo, no existe o es imposible contar con un menú de trayectorias para implantar con éxito la estrategia TPM. Los pasos sugeridos por el JIPM deben ser tomados como pautas concretas para abordar el trabajo. La mejor evidencia de lo que se debe hacer o no se debe hacer proviene de las experiencias reportadas y de las lecciones aprendidas por los directivos y de las compañías.

A continuación se resumen algunos de los puntos que se deben tener en cuenta en la reflexión para el inicio de una estrategia como TPM:

- Diseñar una organización con los componentes, capacidades y recursos para llevar a cabo la estrategia. El equipo directivo de un centro productivo forma el comité TPM. Cada directivo o pequeños grupos de directivos constituyen el equipo líder de cada pilar TPM. El objetivo consiste en involucrar a todos los directivos en la dirección de las acciones TPM. La coordinación de estos equipos la realiza la dirección superior del centro productivo. El segundo elemento organizativo es la coordinación. No es aconsejable asignar el proyecto a una sola persona de la empresa, especialmente con la interpretación de “responsable”. Esta figura de un diseño organizativo deficiente puede conducir a dificultades en la realización de la estrategia TPM. Una tercera figura organizativa son los equipos de trabajo a nivel operativo. Estos equipos son los responsables de ejecutar numerosas acciones TPM.
- Asignar presupuestos para el desarrollo de la estrategia TPM. Implantar TPM implica realizar acciones que requieren inversiones. Es posible que la más significativa tenga que ver con la recuperación del deterioro acumulado de los equipos de las instalaciones industriales. Si se pretende mejorar el nivel de productividad de una planta, es necesario mejorar la gestión de los equipos, mejorar el mantenimiento preventivo y esto exige inversiones que se recuperarán posteriormente con los mejores niveles de productividad y utilización de los equipos. Otro factor es la formación técnica de los niveles operativos y la mejora de la capacidad de gestión de los mandos medios y encargados.
- Establecer políticas y procedimientos que respalden la implantación del TPM. Las acciones TPM requieren de un sistema de gestión que estimule la mejora continua y la responsabilidad de los integrantes de la organización por los procesos productivos. Es necesario establecer las “reglas del juego” como objetivos específicos, índices de gestión, sistemas de control de las rutinas y todo aquello que ayude a mejorar el management de las operaciones industriales.
- El modelo de control es fundamental. Es necesario implicar a toda la organización en las acciones de “autocontrol”; un buen diseño de sistemas de control de una estrategia TPM debe contemplar la utilización de mecanismos de gestión visual, auditorias de progreso por etapa en cada uno de los pilares y la aplicación permanente del Ciclo Deming como principio de las acciones de mejora permanente.
- Desarrollar sistemas de comunicación eficaces que permitan que el personal de la compañía pueda realizar su trabajo “alineado” a los objetivos de la empresa. El TPM se apoya en modelos de comunicación informales como encuentros, jornadas internas, comunicación visual entre otros, como medios para mantener el entusiasmo

de los trabajadores con los objetivos establecidos. Un buen ejemplo son las reuniones de trabajadores en los empalmes de turnos en una fábrica para comentar logros, plan de trabajo de acciones TPM y problemas rutinarios. El sistema de dirección conocido como DPP será de gran ayuda para lograr una base excelente de comunicación funcional e interfuncional.

- Cerrar el ciclo de gestión con la evaluación del desempeño, reconocimiento y programas de motivación. Es necesario reconocer los logros, siguiendo los mecanismos actuales o nuevos diseñados específicamente para el TPM. Una buena ejecución de las acciones TPM deben tener un reconocimiento por parte de la dirección y de todos los integrantes de la empresa. Es necesario contar con un plan específico para este punto.
- Crear un ambiente de trabajo participativo y de capacidad para resolver problemas en forma autónoma. Una cultura de “creer en la capacidad del trabajador” ayudará a introducir acciones autónomas presentes en el TPM. Esto exige que la dirección promueva la formación permanente del trabajador y la asignación gradual de responsabilidades mayores. El directivo debe mejorar su capacidad de asumir riesgo controlado, ya que la urgencia de controlar todas las acciones, ya sea por desconfianza o estilo de gestión, imposibilita el desarrollo de nuevas capacidades latentes en el trabajador. Otro aspecto a tener en cuenta en los factores culturales es la necesidad de ir eliminando progresivamente la interpretación existente en la empresa de la división del trabajo entre mantenimiento y producción. El viejo principio “yo opero y tu reparas” es necesario erradicarlo de una empresa industrial. Esta es una responsabilidad de los líderes de las diferentes áreas funcionales.
- Ejercer liderazgo para impulsar la puesta en práctica. La continua comunicación personal de los líderes con los integrantes de los equipos, la energía permanente de valorar avances, las señales coherentes que se envían a los niveles operativos son fundamentales para mantener el entusiasmo en las personas. Es necesario comprender la existencia de la estrategia dual un directivo: debe dirigir, esto es, lograr los objetivos de la empresa y también, debe liderar o transformar la empresa simultáneamente. Existen numerosos directivos que logran resultados cada año, sin embargo, no logran renovar la capacidad competitiva de la empresa. Para el éxito del TPM se requiere una alta dosis de aplicación de esta estrategia dual de líder y directivo.

2.8 MEDIO AMBIENTE

2.8.1 Introducción

Siguiendo el esquema de los tres pilares básicos de la calidad repetido durante todo este proyecto (diseño, fabricación y personas), el medio ambiente está estrechamente relacionado con las personas y con la fabricación. De este modo se relaciona el medioambiente con la calidad. Por un lado, mediante la protección del medio ambiente, evitando utilizar materiales y procesos que lo perturben, se mejora la calidad de vida de los trabajadores de la empresa. Evitando problemas de polución y contaminación se evitan muchos problemas de salud y enfermedades profesionales. Por otro lado, a la hora de diseñar el proceso de fabricación, un aspecto importante a tener en cuenta es el factor medioambiental. El proceso productivo ha de ser respetuoso con el medioambiente y lo más

eficiente posible. El factor medioambiental hay que tenerlo en cuenta desde el inicio, desde el propio diseño del grifo. De esta manera se consigue un entorno respetuoso con el medio ambiente y con los empleados de Teka.

TEKA INDUSTRIAL S.A. busca diseñar, fabricar y vender productos respetuosos con el medioambiente, más eficientes y con un mayor ahorro de agua, más seguros, que permitan conseguir un menor gasto de energía (especialmente aquella para calentar el agua) y donde la reducción del ruido es una preocupación constante.

Los grifos deben pasar pruebas medioambientales. Entre otros aspectos se encuentra los límites de los contaminantes en el agua potable, que establece límites para contaminantes como el plomo.

La chatarra de la mecanización y otros procesos se recicla. Dado que la mayoría de los procesos están automatizados, los residuos se reducen considerablemente.

2.8.2 Normas ISO 14000

La serie de Normas ISO 14000 es un conjunto de estándares internacionales que definen los requisitos necesarios para el desarrollo e implementación de un sistema de gestión que asegure la responsabilidad ambiental de Teka previniendo la contaminación pero considerando las necesidades socioeconómicas de la compañía. Esta norma no tiene categoría de ley, es decir, su adopción no es de carácter obligatorio en las empresas. Sin embargo, la no adopción de esta norma limita a las empresas a competir únicamente en el mercado nacional hasta el momento en que sea el propio gobierno el que obligue a la industria a la adopción de la misma. En TEKA INDUSTRIAL S.A. se adopta esta norma, ya que a nivel internacional es actualmente requisito contar con un sistema de gestión ambiental regido por la ISO 14000. En este sentido, podría considerarse casi imperativo para toda empresa que quiera hacerse un lugar dentro de la competitividad mundial, como es el caso de Teka, reconocer una variable ambiental dentro de todos sus métodos y procedimientos. De esta manera, una industria limpia permitirá tener mejor calidad de vida sin dañar el ecosistema que nos rodea.

Se debe tener presente que las normas estipuladas por ISO 14000 no fijan metas ambientales para la prevención de la contaminación, ni tampoco se involucran en el desempeño ambiental a nivel mundial, sino que, establecen herramientas y sistemas enfocados a los procesos de producción al interior de una empresa u organización, y de los efectos o externalidades que de estos deriven al medio ambiente. El objetivo de estas normas es facilitar a las empresas metodologías adecuadas para la implantación de un sistema de gestión ambiental, similares a las propuestas por la serie ISO 9000 para la gestión de la calidad.

En TEKA INDUSTRIAL S.A. se trabaja con las dos vertientes de la ISO 14000:

- La certificación del Sistema de Gestión Ambiental, mediante el cual se recibe el certificado.
- El Sello Ambiental, mediante el cual serán certificados los productos ("sello verde").

La norma se compone de 6 elementos, los cuales se relacionan a continuación con su respectivo número de identificación:

- Sistemas de Gestión Ambiental (14001 Especificaciones y directivas para su uso. 14004 Directivas generales sobre principios, sistemas y técnica de apoyo.)
- Auditorías Ambientales (14010 Principios generales. 14011 Procedimientos de auditorías, Auditorías de Sistemas de Gestión Ambiental. 14012 Criterios para certificación de auditores).
- Evaluación del desempeño ambiental (14031 Lineamientos. 14032 Ejemplos de Evaluación de Desempeño Ambiental).
- Análisis del ciclo de vida (14040 Principios y marco general. 14041 Definición del objetivo y ámbito y análisis del inventario. 14042 Evaluación del impacto del Ciclo de vida. 14043 Interpretación del ciclo de vida. 14047 Ejemplos de la aplicación de iso14042. 14048 Formato de documentación de datos del análisis).
- Etiquetas ambientales (14020 Principios generales. 14021 Tipo II. 14024 Tipo I. 14025 Tipo III).
- Términos y definiciones (14050 Vocabulario).

Beneficios

- Para TEKA INDUSTRIAL S.A.; la adopción de las Normas Internacionales facilita a los proveedores basar el desarrollo de sus productos en el contraste de amplios datos de mercado de sus sectores, permitiendo así a los industriales concurrir cada vez más libremente y con eficacia en muchos más mercados del mundo.
- Para los gobiernos; Las Normas Internacionales proporcionan las bases tecnológicas y científicas que sostienen la salud, la legislación sobre seguridad y calidad medio ambiental.
- Para los países en vía de desarrollo; las Normas Internacionales constituyen una fuente importante del desarrollo tecnológico, definiendo las características que se esperan de los productos y servicios a ser colocados en los mercados de exportación, las Normas Internacionales dan así una base a estos países para tomar decisiones correctas al invertir con acierto sus escasos recursos y así evitar malgastarlos.
- Para los consumidores; la conformidad de productos y servicios a las Normas Internacionales proporciona el aseguramiento de su calidad, seguridad y fiabilidad.
- Para cada uno; las Normas Internacionales pueden contribuir a mejorar la calidad de vida en general asegurando que el transporte, la maquinaria e instrumentos que usamos son sanos y seguros.

- Para el planeta que habitamos; porque al existir Normas Internacionales sobre el aire, el agua y la calidad de suelo, así como sobre las emisiones de gases y la radiación, podemos contribuir al esfuerzo de conservar el medio ambiente.

Norma ISO 14001

De todas las normas ISO 14000, la única norma de requisitos (registrable, certificable y auditable) medioambientales es la ISO 14001. Tiene su sustentación en el mejoramiento continuado, basado en el ciclo Deming (plan-do-check-act). Esta norma internacional es la aplicada por TEKA INDUSTRIAL S.A. para establecer, documentar, implantar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental. Todos los requisitos de esta Norma Internacional tienen como fin su incorporación a cualquier sistema de gestión ambiental. Su grado de aplicación depende de factores tales como la política ambiental de la organización, la naturaleza de sus actividades, productos y servicios, la localización y las condiciones en las cuales opera.

Los pasos para aplicarla son los siguientes:

- TEKA INDUSTRIAL S.A. establece, documenta, implanta, mantiene y mejora continuamente un sistema de gestión ambiental de acuerdo con los requisitos de la norma ISO 14001:2004 y determina cómo cumplirá con esos requisitos.
- La organización planifica, implanta y pone en funcionamiento una política ambiental que tiene que ser apoyada y aprobada al máximo nivel directivo y dada a conocer tanto al personal de la propia organización como todas las partes interesadas. La política ambiental incluye un compromiso de mejora continua y de prevención de la contaminación, así como un compromiso de cumplir con la legislación y reglamentación ambiental aplicable.
- Se establecen mecanismos de seguimiento y medición de las operaciones y actividades que puedan tener un impacto significativo en el ambiente.
- La alta dirección de la organización revisa el sistema de gestión ambiental, a intervalos definidos, que sean suficientes para asegurar su adecuación y eficacia.
- TEKA INDUSTRIAL S.A. para registrar su sistema de gestión ambiental, contrata una entidad de certificación debidamente acreditada (ante los distintos organismos nacionales de acreditación) para que certifique que el sistema de gestión ambiental, basado en la norma ISO 14001:2004 conforma con todos los requisitos de dicha norma.

TEKA INDUSTRIAL S.A. mediante la Norma ISO 14001:2004 busca el logro de los siguientes objetivos:

- Identificar y valorar la probabilidad y dimensión de los riesgos a los que se expone la empresa por problemas ambientales.
- Valorar que impactos tienen las actividades de la empresa sobre el entorno.

- Definir los principios base que tendrán que conducir a la empresa al ajuste de sus responsabilidades ambientales.
- Establecer a corto, mediano, largo término objetivos de desempeño ambiental balanceando costes y beneficios.
- Valorar los recursos necesarios para conseguir estos objetivos, asignando responsabilidades y estableciendo presupuestos de material, tecnología y personal.
- Elaborar procedimientos que aseguren que cada empleado obre de modo que contribuya a minimizar o eliminar el eventual impacto negativo sobre el entorno de la empresa.
- Comunicar las responsabilidades e instrucciones a los distintos niveles de la organización y formar a los empleados para una mayor eficiencia.
- Medir el desempeño con referencia en los estándares y objetivos establecidos.
- Efectuar la comunicación interna y externa de los resultados conseguidos para motivar a todas las personas implicadas hacia mejores resultados.

Los requisitos generales para el establecimiento de un sistema de gestión ambiental especificados en la norma ISO 14001 se describen en el capítulo 4 de dicha norma. Los requisitos que se especifican en dicho capítulo son:

- Política ambiental. Esta norma define “política ambiental” como la declaración por parte de la empresa de sus intenciones y principios en relación con su comportamiento medioambiental general, que proporciona un marco para su actuación y para el establecimiento de sus objetivos y sus metas.
- Planificación. La planificación del SGMA se concreta en el Programa de Gestión Medioambiental. La elaboración de dicho programa debe tener en cuenta, además de la política medioambiental, otros aspectos importantes que influyen en la actividad empresarial como son la legislación, la opinión de las partes interesadas, los condicionantes técnicos, operativos y económicos, así como las oportunidades de negocio.
- Implantación y funcionamiento. Los requisitos de la norma en este sentido giran en torno a estructura y responsabilidades; formación, sensibilización y competencia profesional; comunicación; documentación del sistema de gestión medioambiental; control de la documentación; control operacional y planes de emergencia y capacidad de respuesta.
- Estructura y responsabilidades. Que un sistema de gestión medioambiental tenga éxito depende de modo fundamental del compromiso adquirido por la alta dirección, de la asignación de recursos y de la creación de una cultura de promoción de buenas prácticas ambientales. Para que un sistema de gestión medioambiental funcione es necesario identificar responsabilidades y asignar recursos.

- Formación, sensibilización y competencia profesional. Es importante para que el SGMA tenga éxito que el personal que pueda generar impactos significativos sobre el medio ambiente, tenga una formación adecuada sobre como llevar a cabo sus tareas. También es de gran importancia la sensibilización para que el personal tenga la suficiente motivación y sea consciente de su impacto en el caso de una mala realización. Conviene que estén identificados los conocimientos y la capacitación necesarios para alcanzar los objetivos medioambientales.
- Comunicación. El éxito del sistema de gestión medioambiental depende, en gran medida, de la comunicación interna, ya que es necesario que todos los empleados estén motivados y conozcan perfectamente las acciones que deben realizar. La comunicación con los empleados, debería ser bidireccional, con trabajadores alentados a informar de los problemas y también a ser innovadores y hacer sugerencias positivas.
- Documentación del sistema de gestión medioambiental. Una de las decisiones importantes es cómo se va a realizar e integrar la documentación al sistema de gestión general y, en el caso de existir otros sistemas de gestión como por ejemplo calidad, seguridad e higiene..., cómo se va a integrar con los mismos. La documentación es uno de los temas que más suele preocupar durante la implantación del SGMA, hay que tener presente que la finalidad de la implantación del SGMA es una cuestión práctica y no se debe convertir en una cuestión burocrática. La documentación del SGMA es imprescindible para la auditoría del sistema y para demostrar el comportamiento medioambiental de la empresa.
- Control operacional. Para asegurar que las actividades, procesos e instalaciones de la empresa están planificadas adecuadamente y que sus efectos medioambientales están bajo control, se establecen en la norma requisitos de control operacional para incorporar en la gestión medioambiental. Un procedimiento de control operacional debe contener la mayor información posible sobre el proceso, como qué, quién, cómo, cuándo y donde se desarrolla la actividad, cómo se va a comprobar la realización, los criterios de aceptación o rechazo y los registros derivados de las operaciones de control resultantes. Se deben considerar tanto las condiciones normales como las anómalas esperadas.
- Planes de emergencia y capacidad de respuesta. Una base para la redacción y puesta en marcha de los planes de emergencia es el análisis o la evaluación de riesgos.
- Seguimiento y medición. En la práctica algunas de las actividades de seguimiento y medición están íntimamente ligadas con el control operacional, de hecho, algunos de los controles inherentes al control operacional suponen la necesidad de tomar medidas. Aquellas características que deberían ser objeto de medición son las que constituyan aspectos ambientales registrados como significativos (ej: consumo de energía eléctrica, cantidades y características de los residuos generados, etc.) y aquellos que así lo especifique la legislación aplicable.
- No conformidad, acción correctora y acción preventiva. Las no conformidades se dan cuando hay un no cumplimiento: cuando fracasa algo de lo previsto en el SGMA o cuando no se obtiene el resultado esperado (por ejemplo, no se cumple un

objetivo). Se debe especificar documentalmente en el SGMA o en otro procedimiento específico los responsables de realizar la investigación de las no conformidades detectadas. Es muy frecuente que ante las no conformidades detectadas las empresas pongan soluciones urgentes si no hay tiempo para buscar las causas del problema. Estas soluciones son las acciones correctoras. Pero es necesario después de haber tomado estas soluciones investigar las causas de la no conformidad e identificar las acciones preventivas para prevenir su repetición. Tanto las no conformidades, como las acciones adoptadas para su corrección y prevención deben quedar documentadas.

- Registros. Normalmente los documentos del sistema contendrán referencias sobre los requisitos de registro de resultados asociados. El acceso de las partes interesadas a los registros (de personal tanto interno como externo de la organización) debería especificarse en la documentación del sistema.
- Auditoría del sistema de gestión medioambiental. Cabe la posibilidad de que la auditoría sea realizada por el personal de la organización o bien por personas de fuera que hayan sido seleccionados por ésta. La decisión relativa a la frecuencia de las auditorías debería partir de la naturaleza que presente la actividad en función de sus aspectos medioambientales e impactos en potencia.
- Revisión por la Dirección. Las revisiones deberían incluir:
 - Los resultados de las auditorías del SGM.
 - La revisión de los objetivos, las metas y el comportamiento medioambiental.
 - El estudio de la continuidad de la adecuación y eficacia del SGM en relación con los cambios que afectan a las condiciones y a los datos, incluyendo la necesidad de efectuar cambios.

2.9 CONCLUSION

El presente proyecto trata una variedad temática amplia dentro del ámbito industrial. El objetivo inicial principal era comprender, estudiar y desarrollar los campos más significativos en los que se centra la actividad empresarial y en los que un Ingeniero Técnico Industrial tiene competencias directas. Del cumplimiento de este objetivo, se puede deducir el complejo sistema que forman las empresas. Del análisis de los subsistemas estudiados se desprende la complejidad de cada uno de ellos. Estos subsistemas conviven e interactúan constantemente en el seno de las organizaciones. Aunar todos ellos para formar una única unidad que avance en una única dirección es el gran reto de toda empresa y donde radica parte de su éxito. Esa podría ser una aproximación de lo que pretenden las empresa conseguir, siempre con ánimo de lucro. Las empresas existen porque ciertas transacciones tienen menor coste hacerlas de manera organizada que no individualmente. Mediante su desempeño las organizaciones satisfacen las necesidades de la sociedad y de los mercados.

Tal y como se ha señalado en la introducción, en un mercado tan competitivo como el actual, la calidad es fundamental tanto para las empresas como para los clientes. En esto juegan un papel fundamental tanto ingeniería de diseño como ingeniería de procesos. El

diseño y la fabricación de un producto de calidad y adaptado a los clientes, conlleva su satisfacción y por tanto cumplir con los objetivos de la organización de dar respuesta a una necesidad, obteniendo un beneficio por ello. Para poder ofrecer un producto de calidad, el concepto de calidad ha de estar incluido en todos los ámbitos de actuación de la empresa, es lo que se conoce como calidad total. Se basa principalmente en la calidad de diseño, calidad de fabricación y en la calidad de vida de los trabajadores. Si se actúa de esta manera y se fomenta la cultura de la calidad, los beneficios son notables para la empresa y para el cliente. La empresa mejora su productividad, obtiene mayor beneficio, supone una ventaja competitiva frente a otras empresas y posibilita su continuidad en el mercado. Para el cliente esta calidad está impresa en el producto, satisfaciendo sus necesidades de manera que se cumplan sus expectativas. El producto representa a la empresa y muestra su imagen, por lo tanto refleja la calidad. Es el resultado de todo el trabajo realizado que hay detrás.

Las subfunciones analizadas de prevención de riesgos laborales, cuidado del medio ambiente y el mantenimiento de las instalaciones también suponen una ventaja competitiva si son organizados y tratados de manera adecuada dentro de las empresas. Influyen sobre alguno o varios de los pilares de la calidad e indirectamente se reflejan en el producto final. Por tanto son aspectos importantes que también habrá que tenerse en cuenta si se quiere obtener éxito empresarial.

La supervivencia de las empresas o su forma de vida, hoy en día más que nunca, pasa por diseñar y producir nuevos productos. El origen de ellos puede ser las necesidades del propio mercado o necesidades creadas. Esto permite adaptarse más rápido a los cambios del mercado y dar respuestas más rápidas y eficaces a las necesidades de los clientes, incluso adelantarse a ellas. Con estos cambios los subsistemas descritos también han de adaptarse para dar una respuesta adecuada a las nuevas situaciones. Esto es otra fuente importante de ventaja competitiva, por eso es importante la inversión en I+D+i.

La reflexión más significativa o profunda que se puede hacer después de llevar a cabo este proyecto consiste en averiguar hacia donde han de caminar las empresas en el futuro. Respecto a la calidad, el presente y el futuro ha de ser la calidad total. Ha de influir en todas las actividades de la empresa, desde la más cercana al producto hasta la más distante. En la prevención de riesgos laborales, se ven nuevas situaciones de riesgo que incorporan los nuevos y más modernos equipos y procesos de producción que se emplean. Se deberán identificar, evaluar y tratar estos nuevos riesgos. La normativa también tiene que adaptarse a estas nuevas condiciones. Respecto al mantenimiento de equipo industrial, con la aparición de nuevas tecnologías, es un campo que está en constante evolución y aprendizaje. Mediante la formación continua del personal de mantenimiento y con las técnicas más modernas del TPM se puede cubrir de manera satisfactoria y eficaz sus necesidades. Respecto al medioambiente, el respeto por éste ha de ser una constante en la actividad industrial. Ésta ha de ser lo menos dañina posible y no provocar ningún tipo de huella ecológica. Es una tarea difícil esta, ya que lo ideal sería que las empresas funcionasen como la naturaleza, generando sólo bienes. Para finalizar esta reflexión, sin duda las empresas han de seguir trabajando en mejorar su eficacia y eficiencia en todas sus vertientes, apostar por las nuevas tecnologías posibilitando la exploración de nuevos horizontes, emplear sistemas de gestión integrados y explotar nuevos mercados entre otros.

Como he señalado en varias ocasiones, este proyecto no pretende describir y especificar cada elemento que conforma una empresa de forma exhaustiva, se trata de una pequeña aproximación a la realidad empresarial, mucho más compleja que lo expuesto en estas líneas.

Mediante este proyecto se puede adquirir una visión global del desempeño y los campos de actuación de una empresa y en los que un Ingeniero Técnico Industrial puede desarrollar su actividad laboral.

En cuantos ámbitos podemos trabajar los Ingenieros Técnicos Industriales...

3. BIBLIOGRAFIA

3.1 LIBROS Y PUBLICACIONES

- APUNTES DE INGENIERIA DE DISEÑO, asignatura de I.I. Dr. Pedro M^a Villanueva Roldán.
- APUNTES DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS Y ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCION, asignatura de ITI (M). Pedro María Grávalos Falces.
- APUNTES DE GESTION DE LA PRODUCCION Y DE LOS RECURSOS HUMANOS, asignatura optativa de ITI (M). Pedro María Grávalos Falces.
- APUNTES DE PROCESOS BASICOS DE FABRICACION, asignatura de ITI (M). Lucas Álvarez Vega.
- APUNTES DE TECNOLOGIA MECANICA, asignatura de ITI (M). Víctor Aceña.
- APUNTES DE HIGIENE INDUSTRIAL Y SEGURIDAD EN EL TABAJO, asignatura optativa de ITI (M). Dr. Pedro M^a Villanueva Roldán.
- APUNTES DE GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. Departamento de mantenimiento I.E.S. Virgen del Camino.
- APUNTES DE MANTENIMIENTO: TPM. Dr. Pedro M^a Villanueva Roldán.
- PROYECTO “DISEÑO DE UN GRIFO”, de la asignatura INGENIERIA DE DISEÑO de I.I. Elena Viguria Azcárate, Javier Mauleón Medrano, Carlos Esparza Martínez de Luco y Miguel Angostos Acedo.
- ¿COMO NACEN LOS PRODUCTOS? Bruno Munari. Gustavo Gili, S.A. 1997.
- EL PRODUCTO ADECUADO. PRÁCTICA DEL ANÁLISIS FUNCIONAL. Tassinari, R. Ed Marcombo 1994.
- DISEÑO DE PRODUCTO. EL PROCESO DE DISEÑO. Alcaide Marzal, J., Diego Más, J. A., & Artacho Ramírez, M A. Ed Universidad Politécnica de Valencia 2001
- DISEÑO DE PRODUCTOS. MÉTODOS Y TÉCNICAS. Alcaide Marzal, J., Diego Más, J. A., & Artacho Ramírez, M A. Ed Universidad Politécnica de Valencia 2001.
- DISEÑO AVANZADO DE PROCESOS Y PLANTAS DE PRODUCCION FLEXIBLES. Lluís Cuatrecasas.
- LA CALIDAD EN EL AREA DEL DISEÑO. (AIN). Asociación de la Industria Navarra (1991) Ed. Díaz de Santos, S.A.

- GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD. Lluís Cuatrecasas. Ed. Gestión 2000. 2005
- CALIDAD Y MEJORA CONTINUA. José de Domingo Acinas. Alberto Arranz Molinero. Ed. Donostiarra S.A.
- LA CALIDAD TOTAL (SECRETO DE LA INDUSTRIA JAPONESA). Luis Saderra Jorba. Ediciones Tecnicas Rede, S.A. 1994.
- SISTEMAS DE GESTION DE LA CALIDAD, AMBIENTE Y PREVENCION DE RIESGOS LABORALES. SU INTEGRACION. Ricardo Fernández García. Ed. ECU (2006).
- TEORIA Y PRACTICA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. Barcelona (1990). F. Monchy. Masson, S.A.
- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES. A. Baldin y otros.
- GESTION DEL MANTENIMIENTO. Francis Boucly. AENOR (1998).
- MANTENIMIENTO: FUENTE DE BENEFICIOS. Jean Paul Souris. Diaz de Santos, S.A. Madrid (1992).

3.2 NORMAS Y REGLAMENTOS

- ISO 9001:2008 COMENTADA. Charles A.Cianfrani. Joseph J.Tsiakals. John E. West. AENOR, ediciones 2009.
- LEY DE PREVENCION DE RIESGOS LABORALES 31/1995. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1995.
- LEY DE PREVENCION DE RIESGOS LABORALES Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN. Antonio Sánchez-Cervera Senra. Textos Legales. Biblioteca Nueva. (1997).
- REAL DECRETO 39/1997 POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE PREVENCION. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1997.
- REAL DECRETO 1435/1992 DE TRANSPOSICION DE LA DIRECTIVA 89/392/CEE, Y REAL DECRETO 56/95 QUE MODIFICA EL ANTERIOR. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1992.

- REAL DECRETO 1215/1997 SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN LA UTILIZACION DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1997.

- NORMAS ISO 14000.

-NORMA UNE EN-ISO 14001:2004 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.

3.3 PAGINAS WEB

- www.rtve.es/television/documentales/comprar-tirar-comprar (Documental TVE: “Comprar, tirar, comprar”. Obsolescencia programada).

- www.elergonomista.com (Ergonomía).

- www.aec.es (Asociación española para la Calidad).

- www.insht.es (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

- www.cfnavarra.es/insl (Instituto Navarro de Salud Laboral).

- www.aenor.es (AENOR).

- www.oepm.es (Oficina Española de Patentes y Marcas).

- www.enac.es (Entidad Nacional de acreditación).

- www.aem.es (Asociación española de mantenimiento).

- www.teka.com (Empresa modelo elegida para este proyecto).

Proyecto Fin de Carrera presentado el día 26 de abril del 2012.

Estudiante:



Josu Goñi Etxeberria

Tutor:



Dr. Pedro Villanueva Roldán